Chem.
210
Ri
Fiche

Chem.
210 hi
Fiche

Liebig, Justus

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Chemische Untersuchung

über

DAS FLEISCH

und

seine Zubereitung zum Nahrungsmittel

von

Justus Liebig.

Heidelberg.
Akademische Verlagshandlung von C. F. Winter.
1847.

77.6.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.
Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Sr. Grossherzoglichen Hoheit

dem

durchlauchtigsten Prinzen

Emil von Hessen

und

bei Rhein.

Digitized by Google

Digitized by Google

Durchlauchtigster

Gnädigster Prinz!

In einer der wichtigsten Lagen meines Lebens in der ich das Rechte nicht zu finden vermochte, wandte ich mich vertrauungsvoll an Ew. Grossherzogliche Hoheit und bat um Ihren gütigen Rath.

Der hohe Geist Ew. Grossherzoglichen Hoheit flösste mir eine Ueberzeugung ein, zu der ich mich gerne und mit Neigung bekannte.

Es sind Jahre darüber vergangen und ich habe noch keinen Augenblick zu bereuen Ursache gehabt, meinen Entschluss in Ihre Hände gelegt zu haben.

Möchten Sie mir gestatten, für diesen und für so viele andere Beweise der Huld und Gnade Ew.

Digitized by Google

Grossherzoglichen Hoheit meinen tiefgefühltesten Dank öffentlich auszusprechen und mir erlauben, dieses kleine Werk, als ein schwaches Zeichen der innigsten Verehrung und unbegränztesten Anhänglichkeit Ew. Grossherzoglichen Hoheit widmen zu dürfen.

Giessen im August 1847.

Ew. Grossherzoglichen Hoheit

unterthänigster

Dr. *Justus Freiherr von Liebig.*

Digitized by Google

VORREDE.

Die Bearbeitung der neuen Ausgabe meiner Thierchemie machte es wünschenswerth, die bis dahin in diesem Felde gewonnenen chemischen Erfahrungen einer experimentellen Durchsicht und Prüfung zu unterwerfen. Ich bin hierdurch zu einer Reihe von Untersuchungen veranlasst worden, die mich weiter geführt haben als ich anfangs beabsichtigte.

Vor allem wichtig und nothwendig schien mir ein genaues Studium der in dem Muskelsystem der Wirbelthiere verbreiteten organischen Verbindungen für die Auffassung und Erklärung der vitalen Vorgänge zu sein, so dass ich nicht glaubte vor Erledigung desselben mit der Bearbeitung der zweiten Hälfte meines Buches fortfahren zu dürfen. An diese Uutersuchungen, welche durch die thätige und eifrige Mitwirkung meiner beiden Assissenten, der Herren Dr. Dr. Strecker und Bensch in der kurzen Zeit von 6 Monaten beendigt wurden, knüpfte sich eine zweite an, welche die Ermittelung der Ursache der Bewegung und Verbreitung der Flüssig-

Digitized by Google

keiten im Thierkörper ausserhalb der Blutgefässe zum Gegenstand hatte. Diese letztere ist zum Drucke fertig.

Ich hoffe, man wird diese Arbeiten, als hinlängliche Entschuldigungsgründe für die Verzögerung in dem Erscheinen der Thierchemie gelten lassen. Nach dem Plane dieses Buches können diese Untersuchungen nur ihren Resultaten nach darin aufgenommen werden, und da ich diese noch überdies auf die Veränderungen ausgedehnt habe, welche bei der Zubereitung zu einem Nahrungsmittel in dem Fleische eintreten, so hoffe ich, dass nicht blos die Physiologen und Chemiker, sondern auch die Liebhaber einer rationellen Diät, in diesem kleinen Werke manche Beobachtungen finden dürften, die ihrer Aufmerksamkeit würdig sind.

Giessen 1. September 1847.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Ueber

die Untersuchungs-Methoden

in der

Thierchemie.

Wenn man mit einiger Aufmerksamkeit die in der Thierchemie festgestellten Thatsachen in's Auge fafst, so wird man mit Verwunderung gewahr werden, wie wenige darunter sind, auf die sich sichere Schlüsse bauen lassen. Der Grund davon scheint mir der zu seyn, dafs sich bis jetzt verhältnifsmäfsig nur eine sehr geringe Anzahl von Chemikern vom Fache mit dem Anbau dieses Gebietes ernstlich befafst und es zum Gegenstand gründlicher Forschung gewählt haben. Die wichtigen Untersuchungen, welche Berzelius vor vierzig Jahren begann, die von L. Gmelin, Braconnot und Chevreul, sie haben in dem Geiste dieser Männer keine Nachahmung gefunden. Der Mann, welcher in der Thierphysiologie, wie Saussure in der Pflanzenphysiologie die ersten und wichtigsten Fragen zur Aufgabe seines Lebens macht, fehlt noch in dieser Wissenschaft. Daher kommt es denn, dafs in der Thierchemie, die ein Grenzgebiet ist, welches weder ganz der Chemie noch ganz der Physiologie angehört, wie diefs in Grenzländern wenig bewohnter Gegenden häufig ist, sich Abentheurer aller Art herumtreiben, auf deren auf

Digitized by Google

gelegentlichen Streif- und Jagdzügen gemachten Wahrnehmungen und Erzählungen, der gröfste Theil unserer Kenntnifs von diesem Gebiete beruht, aber wie wenige unter diesen lehrten selbst die kleine Strecke, die ihr Fufs betrat, so genau kennen, dafs ihre Nachfolger sich nicht mehr darin verirren konnten! Ein anderes ist es, ein Land zu bereisen und eine Heimath zu begründen.

Indem keiner von denen, welche zu Besitzern dieses Landes berufen sind, welche seinem reichen Boden nützliche Früchte, fruchtbare Gesichtspunkte und unvergängliche Wahrheiten abgewinnen sollen, sich die Mühe nimmt, die Kreuz- und Querfahrten dieser Abentheurer zu verfolgen und die Richtigkeit ihrer Angaben zu prüfen, so kommen sie in die Lage, entweder alle diese Erzählungen als unbestimmt und grundlos zu verwerfen, oder als wirkliche Wahrheiten anzusehen. Wenn der Eine in dieser oder jener Gegend Nichts, was seiner Aufmerksamkeit würdig schien, gefunden hat, so schliefsen sie daraus, dafs überhaupt nichts darauf zu finden ist, und wenn der Andere die reichen Schätze einer anderen Gegend rühmt, so verfügen sie darüber, als ob sie sich wirklich im Besitze befänden, man baut Brücken über Ströme und treibt Mühlen mit ihren Wasserfällen, aber Brücken, die Niemand tragen und Mühlen, die uns kein Mehl liefern.

Man hat Jahrhunderte lang in der Medicin versucht, in den Besitz von Heilmethoden oder zur Erkenntnifs von Krankheitszuständen durch die Einbildungskraft in den sogenannten Heilsystemen zu gelangen, wie wenn es möglich, oder nur weise und klug wäre, eine wahre Einsicht, die Erleuchtung des Geistes oder ein intellectuelles Vermögen von dem unsichersten und gefährlichsten aller Glücksspiele zu erwarten!

Die neuere Zeit hat diese Methode als völlig unfruchtbar verlassen, aber man begeht auf der anderen Seite einen nicht minder grofsen Fehler, insofern man die Aufschlüsse, die man braucht, anstatt sie selbst durch eigene Anstrengung und Arbeit

Digitized by Google

zu erwerben, Andern überläfst, die, mit der Cultur ihrer eigenen Wissenschaft beschäftigt, weder Interesse noch Neigung zeigen, sie ihnen zu schaffen. Von der chemischen Analyse des Blutes, des Harns, oder eines Krankheitsproductes verspricht man sich eine Hülfe, welche sie nie zu leisten vermag, so lange die Resultate des Chemikers nicht in die richtige Verbindung gebracht sind mit den Zuständen, die sie erklären sollen, oder mit den Ursachen, durch die sie hervorgebracht werden. Alle neuen Thatsachen, welche der Chemiker ermittelt, werden von den meisten Pathologen gerade für die gehalten, die ihnen keinen directen Nutzen bringen, weil sie über das, was sie suchen, selbst nicht klar sind, weil sie an alle diese chemischen Entdeckungen keine Frage zu knüpfen, oder keine Schlüsse daraus zu ziehen vermögen.

Welche unbegreifliche Verblendung und Befangenheit liegt darin, wenn ein Arzt der Meinung ist, aus den zusammengesetzten Resultaten einer chemischen Analyse des Blutes einen Rückschlufs auf das Wesen und die Ursache einer Krankheit machen und ein Heilverfahren darauf begründen zu können, wo man in der Physiologie noch nicht dahin gelangt ist, die einfachste chemische Thatsache, die Abwesenheit der phosphorsauren Alkalien im Harn der grasfressenden Thiere z. B., in Beziehung mit ihrem Verdauungsprocefs zu bringen! Wer unter den Pathologen hat sich jemals darum bekümmert, den Begriff von schlechten, verdorbenen Nahrungsmitteln in seiner ganzen Bestimmtheit und Bedeutung durch eine folgerichtige Vergleichung mit guten und gesunden festzusetzen, und doch sieht man die ersteren als die nächsten Ursachen von Krankheitszuständen an! Ich gebe gerne zu, dafs zu solchen Untersuchungen chemische Kenntnisse gehören, aber die Arbeit selbst ist für die Chemie ohne alle Bedeutung, sie hat für den Chemiker kein Ziel.

Von diesem Zustande, der auf dem Mangel des Ineinandergreifens der Arbeiten der Chemiker und der Physiologen beruht,

Digitized by Google

rührt es her, dafs der Thierchemie in den letzten zehn Jahren kaum etwas mehr als die genauere Kenntnifs der Verbindungen zugewachsen ist, die der thierische Organismus in seinem Haushalte nicht weiter verwendet, dafs es in diesem Augenblicke den Anschein hat, als ob alle die wunderbaren Eigenthümlichkeiten, die er darbietet, nur durch Albumin, Fibrin, Leimsubstanz, von etwas Gehirn und Nervensubstanz und ein wenig Galle bedingt seyen; man fühlt, dafs man von einer eigentlichen Thierchemie so weit entfernt ist, wie es die Anatomie vor hundert Jahren von der heutigen Physiologie war. Ja mit der gegenwärtigen Anatomie läfst sich die Thierchemie in unserer Zeit nicht vergleichen, seitdem durch die mikroscopischen Beobachtungen die Existenz von Gebilden dargethan worden ist, welche den früheren Forschern gänzlich entgangen waren, von denen, wie man jetzt erkannt hat, die Funktion der damals bekannten allein abhängig ist.

Wir wissen, dafs die Nahrungsmittel aller Pflanzen ganz dieselben sind, aber welche Mannichfaltigkeit von Formen nehmen diese in dem Organismus verschiedener Pflanzen an! Derselbe Boden, auf dem wir Getreide, Rüben, Kartoffeln bauen, er liefert uns ebenfalls Tabak und Mohn; in dem Getreide und den Kartoffeln haben wir Amylon, in den Rüben Zucker, in beiden eine gewisse Menge schwefel- und stickstoffhaltiger Substanzen, in dem Mohn ein fettes Oel und eine Reihe von schwefelfreien, stickstoffhaltigen organischen Basen, die in anderen Pflanzenfamilien fehlen, in dem Tabak ein flüchtiges, stickstoffhaltiges Oel von alkalischen Eigenschaften, dem die Eigenschaften einer Basis zukommen.

Diese in ihrer Zusammensetzung so verschiedenen Materien sind aus denselben Stoffen entstanden, welche die Natur allen Pflanzen zur Nahrung darbietet. Gewifs kann die Verschiedenheit der Natur und Zusammensetzung dieser Producte nur durch eine Abweichung in der Organisation dieser Gewächse bedingt

Digitized by Google

seyn, denn sie sind die sichtbaren Zeichen von vorhandenen besonderen Thätigkeiten, und wenn die Chemie zur Auffindung einer grofsen Mannichfaltigkeit in diesen, nur gewissen Pflanzengattungen angehörenden Verbindungen gelangt ist, so hat sie damit von ihrer Seite die Pflanzenanatomie überflügelt. Ganz umgekehrt verhält es sich, wenn man die Fortschritte der Thieranatomie mit denen der Thierchemie vergleicht. Die den verschiedenen Structuren und Gebilden parallel laufenden chemischen Beziehungen sind gänzlich unerforscht, und doch kann es nicht anders gedacht werden, als dafs die Natur eines jeden Secretes in Hinsicht auf seine Zusammensetzung und seine chemischen Eigenschaften in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältnifs zu denen des Stoffes steht, aus dem es gebildet wird, oder zu den Theilen, die seine Bildung vermitteln.

Wenn wir uns denken, dafs es das Blut ist, aus welchem alle Bestandtheile des Thierkörpers gebildet werden, so kann diefs nur kraft gewisser Thätigkeiten geschehen, welche nicht dem Blute, sondern den Organen angehören, in denen die Bestandtheile des Blutes verarbeitet werden. Je nach diesen Sitzen von besonderen Richtungen der in dem Leibe thätigen Kraft, die sich gegen das Blut verhalten wie die verschiedenen Pflanzenfamilien zu den gleichen Stoffen, die sie aus der Luft und dem Boden empfangen, ändert sich die Richtung und Lage, die besondere Ordnungsweise der Elemente der Blutbestandtheile in dem Ernährungsprocefs.

Es giebt wohl keine Erfahrung, die nach ihrer chemischen Bedeutung fester gestellt ist, als wie die, dafs die Hauptbestandtheile des Thierkörpers das Albumin, Fibrin, die Leimgebilde, der Käsestoff, wenn sich ihre Elemente im Zustande des Ortswechsels, des Auseinanderfallens befinden, dafs sie auf alle Materien, welche zur Nahrung der Menschen und Thiere dienen, eine bestimmte Wirkung äufsern, deren sichtbares Zeichen eine

Digitized by Google

chemische Veränderung des Stoffes ist, der damit in Berührung gebracht wurde.

Dafs die Elemente des Zuckers, Milchzuckers, Amylons etc. in Berührung mit den in Zersetzung begriffenen schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheilen des Thierkörpers oder mit den analogen Substanzen, die in Pflanzen vorkommen, einer neuen Ordnungsweise unterliegen, dafs sich neue Producte daraus bilden, von denen die meisten durch chemische Affinitäten nicht hervorgebracht werden können, diefs ist eine Thatsache, welche unabhängig von jeder Theorie ist. Die chemischen Affinitäten üben einen Einflufs auf die Natur der entstehenden Producte aus, aber sie bedingen sie nicht. Die Ursache davon ist leicht einzusehen. Wenn durch einen chemisch activen Körper eine organische Substanz zersetzt wird, so läfst sich in den meisten Fällen voraus bestimmen, von welcher Natur und welchen Eigenschaften die neuen Producte sind, die durch seine Wirkung gebildet werden. Ist der chemisch-active Körper eine Säure, so tritt ein Theil oder alle Elemente des organischen Körpers zu einer Basis oder zu Wasser — ist es eine Basis, so treten sie zu einer Säure, zu einer solchen Verbindung zusammen, deren Eigenschaften denen des einwirkenden Körpers entgegengesetzt sind, wodurch also dessen Affinität ausgeglichen wird. Von ganz anderer Art ist die Ordnungsweise der Elemente organischer Verbindungen in den sogenannten Gährungs- und Fäulnifsprocessen, wo nicht eine fremde chemische Anziehung, sondern eine andere Ursache ihre neue Lagerung bedingt. Mit zweifelloser Bestimmtheit wissen wir nun, dafs sich die aus gährungsfähigen Stoffen erzeugbaren Producte ändern, sowie sich der Zustand des Gährungserregers ändert. Derselbe Käsestoff, dieselbe Membran, welche die Umsetzung der Zuckertheilchen in Milchsäure bedingen, sie bewirken, dafs die nämlichen Zuckertheilchen sich in Alkohol und Kohlensäure spalten, oder in Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoffgas zerfallen.

Digitized by Google

Wem könnte heutzutage die Bedeutung dieser Thatsachen für die Auffassung und Erklärung vieler vitalen Vorgänge verborgen geblieben seyn? Wenn ein Wechsel des Ortes und der Lagerung der Elementartheilchen thierischer Stoffe aufserhalb des Körpers einen ganz bestimmten Einfluſs auszuüben vermag auf eine Menge organischer Substanzen, die damit in Berührung kommen, wenn diese dadurch zersetzt und aus ihren Elementen neue Verbindungen gebildet werden, und man in Betracht zieht, dafs zu den letzteren, nämlich zu den der Gährung fähigen, *alle Stoffe gehören, welche Bestandtheile der Nahrung des Menschen und der Thiere ausmachen*, wer könnte daran zweifeln, dafs diese Ursache in dem Lebensprocefs eine der wichtigsten Rollen übernimmt, dafs sie an den Veränderungen, welche die Nahrungsmittel erleiden, wenn sie zu Fett, zu Blut, oder zu Bestandtheilen der Organe werden, einen mächtigen Antheil hat! Wir wissen ja, dafs in allen Theilen des lebendigen Thierkörpers in jedem Zeitmomente ein Wechsel vor sich geht, dafs belebte Körpertheilchen austreten, dafs ihre Bestandtheile Fibrin, Albumin oder Leimsubstanz, oder wie sie sonst heifsen mögen, sich zu neuen Verbindungen ordnen, dafs ihre Elemente zu neuen Producten zusammentreten, und wir müssen unseren Erfahrungen gemäfs voraussetzen, dafs durch diese Thätigkeit selbst, an allen Punkten wo sie Statt findet, je nach ihrer Richtung und Stärke, in allen Bestandtheilen des Blutes oder der Nahrung, die damit in Berührung kommen, eine parallel laufende Aenderung in ihrer Beschaffenheit und Zusammensetzung bewirkt wird, dafs mithin der Stoffwechsel selbst eine Hauptursache der Veränderungen, welche die Nahrungsmittel erleiden und eine Bedingung des Ernährungsprocesses ist, dafs mit jeder durch eine Krankheitsursache bewirkten Aenderung in dem Umsetzungsprocefs eines Organs oder einer Drüse, oder eines Bestandtheils derselben, die Wirkung dieses Organs auf das zugeführte Blut oder auf die

Digitized by Google

Beschaffenheit des Secretes sich gleichfalls ändert, dafs die Wirkung einer Menge von Arzneimitteln auf dem Antheil beruht, den sie an dem Stoffwechsel nehmen, dafs sie hauptsächlich dadurch, indem sie die Richtung und Stärke der in dem Organe vorgehenden Thätigkeit ändern, sie beschleunigen, verlangsamen oder aufhalten, einen Einflufs auf die Qualität des Blutes oder der Nahrung ausüben?

Es sind uns die Zwischenglieder der vielleicht unendlich grofsen Reihe von Verbindungen, welche zwischen dem Harnstoff, der Harnsäure und den Bestandtheilen der Nahrung liegen, bis auf einige Bestandtheile der Galle, so gut wie unbekannt, während jedes einzelne, für sich genommen, insofern es zu gewissen vitalen Zwecken dient, für die Erklärung der Vorgänge oder der Wirkung der Arzneien von der gröfsten Wichtigkeit werden mufs. Der Hauptbestandtheil der Galle ist eine krystallisirbare Verbindung, und kein Physiologe läugnet jetzt, dafs sie für den Verdauungsprocefs unentbehrlich sey.

Wenn wir in dem Organismus gewisse Anordnungen finden, durch welche ein dauernder elektrischer Strom überall an allen Punkten bedingt werden mufs, würde jemand den Antheil, den dieser Strom an den vitalen Vorgängen nimmt, in Zweifel ziehen können? Oder wenn nachgewiesen wäre, dafs sich aus den Bestandtheilen der Nahrung aller Thiere unter anderen Verbindungen organische Basen erzeugen, welche dem Caffeïn, oder in Beziehung auf ihre chemische Natur dem Chinin, oder einer anderen organischen Basis gleichen, wenn diese Stoffe überall in allen Theilen, oder nur in gewissen Theilen nachweisbar sind, würden wir nicht dadurch einen Schritt näher zur Erklärung der Wirkung des Caffeïns oder der des Chinins gekommen seyn?

Vor etwa zehn Jahren hat die Elementaranalyse der Physiologie ein, für die einfache Auffassung des Verdauungs- oder Ernährungsprocesses wichtiges Resultat, geliefert, indem durch

Digitized by Google

sie gezeigt wurde, dafs Fibrin, Albumin und Käsestoff eine gleiche Zusammensetzung besitzen. Von diesem Resultate verführt, meinten viele Chemiker, dafs die Ermittelung der procentischen Zusammensetzung aller Bestandtheile des Thierkörpers durch die Elementaranalyse die Hauptaufgabe der Chemie sey, und so wurden denn viele verleitet, jeden dieser Bestandtheile ohne nähere Untersuchung seines chemischen Verhaltens und seiner Eigenschaften mit Alkohol, Aether und Säuren zu behandeln und mit den bekannten Mitteln der organischen Analyse, ihren Procentgehalt an Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff etc. festzusetzen, und sie glaubten mit diesen Zahlen der Physiologie einen wirklichen Dienst geleistet zu haben, obwohl damit dem Namen, den diese Stoffe tragen, nur eine leere Formel, für deren Richtigkeit alle Beweise fehlten, zugewachsen war. Jetzt nach zehn Jahren, wo man sich im Besitz dieser Formeln befindet, wird Jedermann einsehen müssen, dafs man damit im eigentlichen Sinne nicht fortgeschritten ist. Dem, welcher die Elementaranalyse ihrem wahren Werthe nach kennt, kann der Grund hiervon nicht verborgen bleiben. (Die Elementaranalyse ist ein Mittel um zum Verständnifs zu gelangen, sie ist nicht das Verständnifs selbst.) Angenommen, sie habe uns, was niemand im Ernste für die Bestandtheile des Thierkörpers behaupten kann, mit den ganz richtigen Gewichtsverhältnissen bekannt gemacht, in welchen ihre Elemente mit einander verbunden sind, so giebt uns diefs über die Ordnungsweise derselben, oder über die Art und Weise, wie sie sich unter dem Einflusse chemischer Thätigkeiten gruppiren, nicht den allergeringsten Aufschlufs. Die Kenntnifs beider zusammengenommen führt uns aber allein auf bestimmte Ansichten über die Rolle, welche diese Stoffe in den vitalen Processen übernehmen, oder über die Veränderungen, denen sie bis zu ihrem Austreten aus dem Körper unterliegen, und diefs ist ihrem Wesen nach die Aufgabe, welche die Chemie in Beziehung auf den Lebensprocefs zu lösen hat.

Digitized by Google

Die Elementaranalyse für sich hat das Eigene, dafs sie bei sehr zusammengesetzten Substanzen den Chemiker vor Fehlern nicht zu schützen vermag, weil die Controlle der Richtigkeit der Analyse die Analyse selbst ist, und weil die Fehler sich gleich und dadurch unbeachtet bleiben, wenn die Bestimmungsmethoden der einzelnen Elemente nicht geändert werden können. Es giebt aber bis jetzt kein Mittel, um den Kohlenstoff in einer anderen Form als in der Form von Kohlensäure, den Wasserstoff anders als in der Form von Wasser dem Gewicht nach zu bestimmen.

Der einzige Weg, um zu einem richtigen Ausdrucke für die Zusammensetzung derjenigen Substanzen zu gelangen, welche, wie die Bestandtheile des Thierkörpers in dem zusammengesetzten Atom eine sehr grofse Anzahl von einzelnen Atomen enthalten, besteht darin, dafs man sie in zwei und mehr einfachere Verbindungen zu spalten sucht und die Zusammensetzung und Menge dieser Producte mit der des Körpers vergleicht, aus denen sie hervorgegangen sind.

Das hervorragendste Beispiel bietet in dieser Beziehung die Geschichte des Salicins dar; es dürfte jeden überzeugen, wie wenig durch die Elementaranalyse an sich in Fragen dieser Art ausgerichtet werden kann. Mit allem Aufwand von Geschicklichkeit versuchten fünf der gewissenhaftesten Chemiker das relative Verhältnifs der Elemente des Salicins (was ein Körper von einer weit einfacheren Zusammensetzung als die Thiersubstanzen ist) festzustellen, aber ohne allen Erfolg, bis eine von Piria aufgefundene Spaltungsweise die Schwierigkeiten ohne alle weitere Anstrengungen hob. Es giebt für jeden Körper nur eine einzige richtige Formel, aber unzählige, die sich der wahren nähern, und nur durch den seltensten Zufall mag es sich ereignen, dafs ein Chemiker aus den Resultaten der Elementaranalyse zu der richtigen Formel gelangt. Nie kann aber das Zutrauen, was wir zu der Geschicklichkeit eines Chemikers hegen, die Grundlage für theoretische Ansichten abgeben, und

Digitized by Google

keinem Analytiker ist es bis jetzt vergönnt gewesen, fehlerfrei in dieser Hinsicht dazustehen. Diejenigen unter ihnen, welche die Chemie mit der gröfsten Anzahl von richtigen Formeln bereicherten, sind nur durch ihre eigenen fehlerhaften dazu gelangt.

Die eben angedeutete Methode, um zu einer richtigen Formel zu gelangen, ist übrigens auch der Aufmerksamkeit derer nicht entgangen, welche die Elementaranalyse als den letzten und höchsten Zweck einer chemischen Untersuchung betrachten; aber die durchaus falsche Anwendung derselben hat sie noch zu weit gröfseren Irrthümern und Unrichtigkeiten verleitet.

Sie glaubten nämlich, bei der Untersuchung eines Körpers allen Anforderungen Genüge geleistet zu haben, wenn es ihnen glückte, die Zersetzung desselben in einer Gleichung darzustellen, ohne alle Rücksicht darauf, ob die Glieder der Gleichung Dinge für sich sind, oder als solche nur in der Einbildung existiren.

Das folgende Beispiel wird, was hier gemeint ist, in's Licht zu setzen vermögen.

Wenn man Harnsäure in verdünnter Salpetersäure löst, so entwickelt sich Kohlensäure und Stickgas in gleichen Raumtheilen, und man erhält eine saure Lösung, die mit kohlensaurem Baryt gesättigt, nach dem Abdampfen eine Masse hinterläfst, die sich bis auf den salpetersauren Baryt in Weingeist löst. Die Zersetzungsproducte der Harnsäure durch Salpetersäure sind demnach Kohlensäure, Stickstoff und das erwähnte, in Weingeist lösliche Product. Es ist nun klar, dafs wenn das Gewicht der Harnsäure und das des Rückstandes, seine Zusammensetzung und die Gewichtsverhältnisse der entwickelten Kohlensäure und des Stickgases ermittelt sind, so läfst sich jetzt die Zersetzung in einer vollkommen richtigen Gleichung ausdrücken, auf deren einer Seite sich die Formel der Harnsäure, einer gewissen Menge Salpetersäure und Wasser, und auf der anderen die Formel des in Weingeist löslichen Productes, sowie die des Stickgases und der Kohlensäure sich befindet; man würde in dieser Weise eine

Digitized by Google

Reihe von mühsamen analytischen Operationen, aber keine Untersuchung gemacht haben, welcher irgend ein wissenschaftlicher Werth beigelegt werden dürfte, denn Jedermann weifs, dafs das in Alkohol lösliche Product aus mindestens fünf verschiedenen Substanzen besteht, deren relative Menge wechselt mit der Temperatur und der Concentration der Salpetersäure. Hätte man die Auflösung des gedachten Productes mit einem Bleisalz versetzt, so würde man einen Niederschlag erhalten haben, durch Bleiessig einen zweiten und durch Hinzufügung von Ammoniak einen dritten, welche nach der Ermittelung ihrer Zusammensetzung erlaubt hätten, statt der einen Formel für das in Alkohol lösliche Product zwei oder drei Formeln einzuschalten. Die Gleichung wäre stets richtig geblieben, aber in ihr wären lauter eingebildete Gröfsen enthalten gewesen und keineswegs Dinge, die für sich, aufserhalb der Zahlen, einen Bestand gehabt hätten.

Vergleicht man mit diesem Beispiel die Untersuchung der Producte, welche das Albumin, Fibrin, der Käsestoff, die Leimsubstanz unter dem Einflufs starker Alkalien erleidet, so wird man sogleich gewahr werden, dafs man zu den in den Büchern und Abhandlungen angegebenen Ausdrücken für den Vorgang, sowie für die aufgeführten Producte, ganz nach dieser falsch aufgefafsten Methode gelangt ist, und dafs diese Angaben für uns völlig werthlos sind.

Mulder sagt in seinem Versuch einer physiologischen Chemie 4te Lieferung S. 321 : „Wird Eiweifs, oder irgend eine Proteïnverbindung mit Kali gekocht, so findet totale Zersetzung Statt. Die Producte derselben rühren gewifs nicht von dem Proteïn allein her, aber einige derselben müssen doch als Bestandtheile desselben angesehen werden; es sind folgende :

Digitized by Google

	C	H	N	O
2 Aeq. Leucin	24	48	4	8
2 „ Protid*)	26	36	4	8
2 „ Erythroprotid	26	32	4	10
4 „ Ammoniak	„	24	8	„
2 „ Kohlensäure	2	„	„	4
1 „ Ameisensäure	2	2	„	3
2 Aeq. Proteïn + 9 aq.	80	132	20	33.“

Man sieht beim blofsen Ueberblick, dafs die Uebereinstimmung nicht gröfser seyn kann. Auf der einen Seite der Gleichung hat man die Elemente des Proteïns und des Wassers, auf der anderen sechs Zersetzungsproducte, deren Summe an Elementen auf beiden Seiten gleich ist, und doch lehrt die Wiederholung der Versuche, auf welchen die Gleichung beruht, dafs die ganze Darlegung vollkommen falsch ist. Das Hauptproduct dieser Zersetzung ist nämlich ein (oder mehrere?) Körper, der durch Bleisalze nicht gefällt wird; es entsteht hierbei keine Ameisensäure, sondern Oxalsäure, sowie Baldrian- und Buttersäure, und aus dem Fibrin, dem Käsestoff und dem Albumin des Blutserums ein krystallinischer Körper, das Tyrosin (mit welchem Namen ich den Bd. LVII S. 127 der Annalen beschriebenen Körper belegt habe), im Ganzen fünf Glieder, die in der Gleichung fehlen. Nach dem angegebenen Schema sollten 100 Theile Eiweifs 30 Thl. Leucin liefern, während man doch in der Wirklichkeit kaum 2 pC. daraus erhält.

Diese Darstellungen beruhen auf einer unvollkommenen Bekanntschaft mit dem wahren Zweck einer chemischen Untersuchung, und wenn derselbe Autor, um seine Ansicht zu stützen, dafs das Eisen im Blutfarbestoff als metallisches Eisen enthalten

*) Erythroprotid ist das durch neutrales essigsaures Bleioxyd, Protid das durch Bleiessig gefällte Product der Zersetzung.

Digitized by Google

sey (was gerade so viel sagen will, als dafs z. B. der Zucker den Kohlenstoff als Diamant enthalte), behauptet, er habe beim Stehenlassen des Blutroths mit concentrirter Schwefelsäure und Hinzufügen von Wasser, *Wasserstoffgas* erhalten, oder wenn er, um eine ihm eigene Quelle für den Stickstoffgehalt der Pflanzen zu haben, angiebt, dafs nach seinen Versuchen gewisse Bestandtheile des Torfs und der Braunkohlen die Fähigkeit besäfsen, den atmosphärischen Stickstoff zu verdichten und in Ammoniak oder eine ähnliche Stickstoffverbindung überzuführen, so sind diefs lauter unwiderlegliche Beweise für die Meinung, dafs er sich über das Ziel der Naturforschung täuscht. Ohne ein Prophet zu seyn, läfst sich vorhersagen, dafs man in wenigen Jahren an der Stelle der Formeln, die er für die Thierbestandtheile gegeben hat und die er für immer festgestellt glaubt, ganz andere haben wird; es wird mit allen diesen Analysen gehen wie mit denen, welche er vom Pflanzenschleim, Pectin, Glycocoll und anderen gemacht hat, für deren Richtigkeit die Geschicklichkeit eines Chemikers eine Zeitlang als Bürgschaft angenommen wird, die aber aufhört es zu seyn, sowie sich die genauere Forschung diesen Stoffen zulenkt.

Wenn sich zu solchen falschen Methoden und Untersuchungsweisen noch irrige theoretische Ansichten gesellen, die den überzeugendsten Gründen der Wahrheit den Zugang verschliefsend, mit aller Heftigkeit und Hartnäckigkeit, die eben ein Maas für die Schwäche dieser Ansichten abgiebt, vertheidigt werden, so wird das Gebiet der Forschung zu einem Tummelplatz der eigensüchtigsten Leidenschaften, aber an ein Voranschreiten ist unter solchen Umständen nicht zu denken.

Eine theoretische Ansicht in der Naturwissenschaft ist niemals an sich selbst wahr, sie ist nur wahr für die Zeit, in der sie sich geltend macht; sie ist der nächste und wahrste Ausdruck für die Erfahrungen und Beobachtungen dieser Zeit. So wie sich die Erfahrungen erweitern und ändern, so erweitert

Digitized by Google

und ändert sich auch dieser Ausdruck, er hört für eine spätere Zeit auf wahr zu seyn, insofern eine Menge neu hinzugekommener Erfahrungen nicht mehr darin eingeschlossen werden können. Ganz anders verhält es sich z. B. mit der sogenannten Proteïntheorie, die zu den eben gedachten theoretischen Ansichten nicht gerechnet werden kann, da sie, auf ganz irrige und mifsverstandene Beobachtungen gestützt, in sich selbst keinen Haltpunkt hatte, und von denen, welche mit ihrer chemischen Grundlage genau bekannt, Niemals als ein Ausdruck für die Erfahrungen einer gegebenen Zeit angesehen wurde.

In dem 58. Bd. der Annal. der Chem. und Pharm. S. 129 ff. hat Hr. Laskowski bereits die analytischen Gründe, die gegen diese Theorie sprechen, weitläuftig entwickelt, und es ist hier der Ort, die Mangelhaftigkeit der theoretischen Gesichtspunkte, auf die sie sich stützt, oder eigentlich nicht stützt, hervorzuheben.

Die Resultate der Elementaranalyse des Fibrins, Albumins und Käsestoffs, erregten vor zehn Jahren die ihnen gebührende Aufmerksamkeit; indem sie darzuthun schienen, dafs diese drei Stoffe einerlei Zusammensetzung besitzen, gewann die Vorstellung über den Verdauungs- und Ernährungsprocefs eine grofse Einfachheit; sie trugen dazu bei, die Wichtigkeit der chemischen Zusammensetzung bei Besprechung physiologischer Fragen einleuchtend zu machen.

Das ebenerwähnte Resultat der Elementaranalyse hatte zwei Nachtheile zur Folge. Der eine war, dafs man zu glauben geneigt wurde, die gleiche Zusammensetzung der schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrung und der Bestandtheile des Blutes sey für die Auffassung und Erklärung des Verdauungsprocesses *nothwendig*. Aber theoretisch ist diese Gleichheit nicht nothwendig, sie ist nur erleichternd für die Forschung gewesen. Wenn eine chemische Anziehung die Bildung einer Verbindung zur Folge hat, so ist es für den chemisch activen, den anziehenden Körper völlig gleichgültig, ob die

Digitized by Google

Atome, die er anzieht, eine Gruppe bilden, welche durch ihre eigene Anziehung zusammengehalten ist, oder ob diese Atome nebeneinander lagern, ohne miteinander verbunden zu seyn; für die Herstellung der Verbindung handelt es sich nur darum, ob die anziehende Kraft gröfser ist, als wie die Widerstände, die sich ihrer Aeufserung (d. h. der Verbindung) entgegensetzen. Ist die anziehende Kraft gröfser, so treten die angezogenen Elemente in die Verbindung ein, ganz gleichgültig, ob sie einem, oder zwei, oder drei zusammengesetzten Atomen angehören, und das Resultat ist genau dasselbe, wie wenn sich der anziehende Körper mit einer Gruppe von miteinander verbundenen Atomen vereinigt hätte.

Die Blausäure z. B. mischt sich in jedem Verhältnifs mit Wasser, ähnlich wie diefs eine Menge Flüssigkeiten thun, die sich mischen, ohne eine chemische Verbindung zu bilden; aber wenn sich die Wasser- und Blausäureatome in einer gewissen Nähe befinden und wir Salzsäure zu dieser Mischung bringen, so verhält sich dieses Gemenge, wie wenn es eine Verbindung von Ammoniak mit Ameisensäure wäre; die Salzsäure wird zu Salmiak, die übrigen Elemente treten zu Ameisensäure zusammen. Der Stickstoff der Blausäure und der Wasserstoff des Wassers, zwei Elemente, die zwei ganz verschiedenen Verbindungen angehören, verhalten sich gegen die Salzsäure, wie wenn sie miteinander den zusammengesetzten Atom bildeten, den wir Ammoniak nennen.

In ähnlicher Weise würde durch die Analyse, die Bildung der Blutbestandtheile erklärbar gewesen und erklärt worden seyn, auch wenn die Nahrung anstatt eines schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheils deren zwei oder drei, der eine den Schwefel, der andere den Stickstoff und der dritte den fehlenden Kohlenstoff enthalten hätte.

Von dieser Idee der Nothwendigkeit einer Gleichheit der chemischen Zusammensetzung beherrscht, wurde zuerst Mulder

Digitized by Google

verleitet, in dem Fibrin ein, dem Albumin und Käsestoff gleiches Verhältnifs von Stickstoff- und Kohlenstoffatomen, trotz der entgegenstehenden Analysen von Gay-Lussac und Thénard, von Michaelis, von Vogel und Fellenberg, die alle im Fibrin mehr Stickstoff ergeben hatten, anzunehmen, und dieses Beispiel, oder vielmehr die Macht des Autoritätsglaubens, wirkte auf einige seiner Nachfolger zurück, welche dadurch verleitet wurden, die gröfsere Anzahl ihrer richtigen Analysen als unrichtig zu verwerfen und ihren mangelhaften den Vorzug zu geben.

Der zweite und weit gröfsere Nachtheil war die irrige Vorstellung über die chemische Constitution der genannten drei Thiersubstanzen, die man aus ihrer gleichen procentischen Zusammensetzung zu erschliefsen sich berechtigt glaubte.

Die Frage nach der Art und Weise, wie die Elemente des Fibrins, Albumins und Käsestoffs geordnet sind, gehört zu den interessantesten und wichtigsten der Thierchemie. Diese drei Körper besafsen (man glaubte diefs damals noch für das Fibrin) einen gleichen Gehalt an Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bei einer grofsen Verschiedenheit in ihren physikalischen Eigenschaften. Man kannte aber längst Gruppen von Verbindungen, die sich diesen drei Thiersubstanzen ähnlich verhalten, Verbindungen, die bei vollkommen gleicher Zusammensetzung die gröfsten Abweichungen in ihren Eigenschaften zeigen, die Gleichheit ihrer Zusammensetzung war defshalb nicht auffallend. Bei allen isomerischen Substanzen hatte die nähere Untersuchung ergeben, dafs die Elemente derselben ungleich geordnet waren, und dafs mithin die chemische Constitution derselben eben so sehr, als wie ihre physikalischen Eigenschaften, von einander abweichen. Obwohl procentisch gleich zusammengesetzt, war ihr Atomgewicht, oder die Producte ihrer Zersetzung, oder ihr specifisches Gewicht im Gaszustand etc. verschieden, die Ungleichheit ihrer chemischen Constitution war parallel der Abweichung in ihren physikalischen Eigenschaften.

Digitized by Google

Was war nun nach diesen vorhergegangenen Erfahrungen der Grund der grofsen Unähnlichkeit in ihren Eigenschaften bei den genannten Thiersubstanzen? Waren ihre Elemente ungleich geordnet, ihre Spaltungs- oder Zersetzungsweise verschieden, so gab diefs natürlich kein Hindernifs ab, um den Uebergang des einen in den andern, des Käsestoffs oder Fibrins in Albumin oder des Albumins in Käsestoff und Fibrin wahrscheinlich zu finden, da uns das Verhalten der isomeren Substanzen gelehrt hatte, dafs bei vielen, auch bei der ungleichsten chemischen Constitution, diese Umwandlungen der einen in die andere wirklich Statt haben. Alles diefs wurde nicht untersucht. Derjenige, welcher dieses Feld der Forschung, was so reiche Früchte versprach, eröffnete, nahm, gestützt auf die mangelhaftesten Versuche, an, dafs in diesen drei Thiersubstanzen die genannten vier Elemente in ganz gleicher Weise zu einer Gruppe geordnet seyen, die einen für sich darstellbaren Körper bilden, der mit dem Namen Proteïn bezeichnet wurde. Die chemische Constitution dieser Gruppe als gleich angenommen, was war nun jetzt der Grund ihrer so ungleichen Eigenschaften? Diesen Grund suchte man in einem fünften Element oder in einer zweiten Gruppe.

Es zeigte sich nämlich, dafs alle diese Thiersubstanzen eine gewisse Menge Schwefel enthalten; man nahm an, dafs einige davon noch eine gewisse Menge Phosphor enthielten, und man schrieb diesem Schwefel oder Schwefel- und Phosphorgehalt (welcher letztere in keiner Weise bewiesen ist) die Ursache der Abweichung in ihren Eigenschaften zu. Man schaffte sich in dieser Weise ein organisches Radical, oder einen den Radicalen ähnlichen Körper, welches durch Zusammentreten von zwölfhundert einzelnen Atomen entstanden war, eine Gruppe von zwölfhundert Atomen, deren physikalischer Character bestimmt werde durch Hinzutreten eines oder mehrerer Atome Schwefel, oder Schwefel und Phosphor. Dieser Ansicht zur Stütze, hatte man ein für eine Schwefelverbindung unmögliches Verhalten

Digitized by Google

erfunden. Derselbe Schwefel, der in diesen Verbindungen eine so auffallende Verschiedenheit bedingte, er war so lose mit dem Proteïn verbunden, wie diefs etwa Statt findet in einem Gemenge von Sägespänen mit Schwefel. Man setzte voraus, dafs wenn diese Thiersubstanzen mit einem Alkali behandelt werden, der Schwefel in diesem Fall gerade so sich von dem Proteïn trenne, wie wenn er gar nicht damit vereinigt gewesen sey, er löse sich auf in der Form von Schwefelkalium und von unterschwefligsaurem Kali; das Proteïn werde hierdurch frei und löse sich ebenfalls in dem überschüssigen Kali, und wenn diese alkalische Flüssigkeit jetzt mit einer Säure gesättigt werde, so erhalte man den Grundstoff dieser Thiersubstanzen in der Form eines gelatinösen Niederschlags. Die Idee des Schwefel- oder Schwefel- und Phosphorproteïn führte von selbst auf eine Reihe von Proteïnoxyden, auf eine Anzahl von imaginären Stoffen, die dann, wie das Phlogiston ehemals in chemischen Processen, jetzt in dem Lebensprocefs die Alles bedingende und vollbringende Rolle übernahmen.

Wir wollen nun sehen, zu welchen Wahrheiten diese Vorstellung geführt hat, und wie sie die Verschiedenheiten in den Eigenschaften der Thiersubstanzen erklärt. In dem citirten neuesten Werken des Hrn. Mulder findet sich S. 316 die Constitution der Proteïnverbindungen zusammengestellt:

Krystallin enthält	auf	15	Proteïn	1	Aeq.	Schwefel				
Caseïn	„	„	10	„	1	„	„			
Pflanzenleim	„		10	„	2	„	„			
Albumin aus Eiern			10	„	1	„	„	und	1	Phosphor
Fibrin			10	„	1	„	„	„	1	„
Albumin des Blutes			10	„	2	„	„	„	1	„

Wir sind jetzt zum Endziel dieser Theorie gelangt und die Frage, welchen Aufschlufs sie uns gab, erledigt sich durch die blofse Ansicht dieser Zusammensetzungen von selbst.

Das Albumin des Blutes, dessen Eigenschaften mit denen

Digitized by Google

des Albumins der Eier in physikalischer, sowie in chemischer Beziehung so übereinstimmend sind, es enthält doppelt so viel Schwefel als dieses. Die gleichen Eigenschaften sind demnach vergesellschaftet einer ungleichen Zusammensetzung, es kann hieraus kein anderer Schlufs gezogen werden, als dafs der Schwefel, dessen Menge abweicht, ohne einen Einflufs ist auf diese Eigenschaften.

Was ist aber die Ursache der so grofsen Verschiedenheit in den Eigenschaften des Fibrins und des Albumins der Eier? ist es der Schwefel oder Phosphor? *Nein, diese Körper enthalten einerlei Mengen Proteïn, Schwefel und Phosphor.*

Diefs ist der Erwerb, den die Thierchemie in elf Jahren in Beziehung auf die chemische Constitution der Blutbestandtheile gemacht hat; wir wissen jetzt so viel davon, als wir vor vierzig Jahren wufsten, ganz abgesehen davon, dafs die Annahme des auf die leichtsinnigsten Versuche gestützten Phosphorgehaltes im Albumin und Fibrin, die Erklärung des Uebergangs des Caseïns der Milch, in Blut, schlechterdings unmöglich machte.

Jedermann, der sich die Mühe nimmt, das sogenannte Proteïn nach den Angaben Mulder's darzustellen, mufs sogleich wahrnehmen, dafs der Schwefel in dem Fibrin, Albumin und Caseïn in zweierlei Formen enthalten ist.

Wenn wir uns denken, dafs diese Stoffe aus mehreren Gruppen von Atomen bestehen, von denen zwei Schwefel enthalten, so giebt die Wirkung der Alkalien darauf zu erkennen, dafs sich der Schwefel in der einen Schwefelverbindung verhält, wie der Schwefel im Cystin, ihr Schwefel tritt an das Kalium, der Sauerstoff des Kalis tritt an seinen Platz, die andere Schwefelverbindung bleibt unter diesen Umständen ungeändert, und der darin enthaltene Schwefel verhält sich ähnlich wie der im Taurin der Galle — dafs zuletzt die erstere in dem Albumin des Blutserums, die andere in dem Käsestoff in vorwaltender Menge enthalten sind.

Wenn man die Note liest, die ich (Bd. LVII S. 133 d. Annal.)

Digitized by Google

vor dreizehn Monaten über diese Verhältnisse bekannt gemacht habe, so wird man zugeben müssen, dafs es unmöglich ist, den Urheber der Proteïntheorie auf eine schonendere Weise auf seinen Irrthum aufmerksam zu machen und ihm Gelegenheit darzubieten, seine Versuche zu wiederholen. Was von seiner Seite darauf geschah, beweist die neuerlich von ihm publicirte Schrift, welche ich einer näheren Berücksichtigung nicht werth halte, da er darin viel besser, wie ich es konnte, seinen Standpunkt als Chemiker und Naturforscher Jedermann vor Augen gebracht hat.

Es hat sich jetzt in Folge der genaueren Untersuchungen von Laskowski, Rüling, Verdeil, Walther, Fleitmann herausgestellt, dafs der Schwefelgehalt der Blutbestandtheile drei-, in manchen Fällen viermal gröfser ist, als wie die anscheinend festgestelltesten Analysen des Urhebers der Proteïntheorie ergeben haben; es hat sich gezeigt, dafs ein schwefelfreier Körper von der Zusammensetzung des Proteïns nach den von Mulder bekannt gemachten Darstellungsmethoden nicht erhalten wird, dafs das Fibrin von dem Albumin in seiner Zusammensetzung verschieden ist, dafs das Albumin der Eier nicht weniger, sondern mehr Schwefel enthält, wie das Albumin des Blutes, was die Entwickelung von Schwefelwasserstoff in den Versuchen mit dem ersteren über die künstliche Verdauung hinlänglich erklärt. Die Untersuchung der Producte, welche der Käsestoff durch Behandlung mit concentrirter Salzsäure liefert, unter welchen, wie Hr. Bopp gefunden hat, Tyrosin und Leucin die gröfste Menge ausmachen, sowie die genaue Ermittelung der Producte, welche die Blutbestandtheile, der Käsestoff und die Leimsubstanz in Oxydationsprocessen liefern, unter denen Bittermandelöl, Buttersäure, der Aldehyd der Essigsäure und Buttersäure, Baldriansäure, Valeronitril, Valeracetonitril die merkwürdigsten sind, eröffnen ein neues und reiches Feld von zahllosen Beziehungen der Nahrung zu dem Verdauungsprocefs und der Wirkung der

Digitized by Google

Arzneien in Krankheitszuständen; Entdeckungen der wunderbarsten Art, an die vor wenigen Jahren Niemand denken konnte, und die Untersuchung, die ich jetzt beschreiben will, dürfte wohl dazu beitragen, die Hoffnungen der Chemiker und Physiologen zu beleben und sie ermuthigen, ihre Thätigkeit mehr, als diefs bisher geschehen, diesem Gebiete zuzuwenden.

Uebersicht
über die
Bestandtheile der Flüssigkeiten des Fleisches.

Darstellung des Kreatins.

Es ist seit langem bekannt, dafs das Fleich frisch getödteter Thiere das blaue Lackmuspapier röthet, ohne dafs man über die Natur der freien Säure, welche diese Röthung bedingt, etwas Zuverlässiges weifs. In seiner ausführlichen Untersuchung der Fleischflüssigkeit bemerkt Berzelius hierüber folgendes *):

»Wird die (aus der Muskelsubstanz durch Auspressen erhaltene) Flüssigkeit, woraus sich das Albumin und der Farbstoff coagulirt haben, nach dem Filtriren abgedampft, so hinterläfst sie ein gelbbraunes Extract, woraus Weingeist die Hälfte „und darüber mit gelber Farbe löst. Nach dem Verdunsten desselben bleibt eine extractartige, mit Kochsalzkrystallen gemengte »Masse, welche stark sauer reagirt und dessen ungeachtet nach »dem Verbrennen eine Asche hinterläfst, welche kohlensaures »Alkali enthält und also zeigt, dafs die Masse eine theils freie, „theils mit Alkali verbundene brennbare Säure enthalten habe. »Vermischt man die Alkohollösung mit einer Lösung von Weinsäure in Alkohol, so werden Kali, Natron und Kalk als weinsaure Salze abgeschieden und in der spirituösen Lösung bleibt, »aufser Weinsäure und Salzsäure, eine verbrennliche Säure gelöst. Man digerirt die Flüssigkeit mit feingeriebenem kohlen-

*) Handbuch IX. Bd. S. 573.

Digitized by Google

„saurem Bleioxyd, bis sie sich bleihaltig zeigt, dunstet ab, schlägt „das Bleioxyd durch Schwefelwasserstoff nieder, kocht die saure „Flüssigkeit mit Blutkohle und dampft ab.

„Hierbei bleibt ein farbloser, scharf saurer Syrup, welcher „alle Eigenschaften der Milchsäure besitzt, jedoch noch einen „extractartigen Stoff eingemengt enthält."

Diefs ist im Wesentlichen, was über die Natur der in den Muskeln vorhandenen freien Säure bekannt ist.

In seiner Untersuchung des Harns und der Milch kam Berzelius bei Anwendung eines ähnlichen Verfahrens ebenfalls auf scharf saure, extractartige Substanzen, deren Eigenschaften und Verhalten er ebenfalls durch einen Gehalt von Milchsäure erklärte.

Ob diese Angaben in dem gegenwärtigen Augenblick als Beweise für die Existenz der Milchsäure (derjenigen Säure, die wir jetzt Milchsäure nennen) in dem thierischen Organismus angesehen werden können, dürfte sich am Zuverlässigsten aus den Ansichten entnehmen lassen, welche Berzelius zur Zeit seiner Untersuchung (1807), sowie später (1823 und 1828) über die Natur der Milchsäure hatte.

Bei Gelegenheit des Berichtes über Daniell's Lampensäure bemerkt Berzelius*): „Diese Untersuchungen machen es sehr „wahrscheinlich, dafs auch die Milchsäure, welche so häufig im „Thierreich vorkommt und deren Verschiedenheit von der Essig„säure ich in einer älteren Arbeit zu beweisen gesucht habe, „nichts anderes ist, als eine ähnliche Verbindung von Essigsäure „mit einem eigenthümlichen thierischen Stoff, der in ihre Salze „eingeht und der ihre Abweichungen von den essigsauren her„vorbringt, der ferner die Verflüchtigung der Säure verhindert, „so lange er noch nicht zerstört ist. Eine weitere Anleitung „zu dieser Vermuthung giebt der Umstand, dafs concentrirte „Milchsäure, wenn sie mit kaustischem Ammoniak gesättigt und

*) Jahresbericht 2r. Jahrgang S. 72.

Digitized by Google

„dann erhitzt wird, deutliche Dämpfe von essigsaurem Ammoniak „entwickelt und dabei sauer wird.“

In dem siebenten Jahrgang seines Jahrberichtes bemerkt Berzelius bei der Besprechung von Tiedemann und Gmelin's wichtigen Untersuchungen über die Verdauung, bei Gelegenheit der Anführung des essigsauren Kalis als Bestandtheil des Speichels S. 299 : „Sie (die Herren T. und Gm.) nehmen so„wohl auf Fourcroy's und Vauquelin's Autorität, als auch „auf eigene und, wie sie angeben, auch auf meine Versuche „gestützt, an, dafs die Milchsäure nur eine durch eine thie„rische Substanz verunreinigte Essigsäure sey. In der That „habe ich Versuche angestellt, um die Milchsäure in Essigsäure „und eine andere Substanz zu zerlegen; ich weifs aber nichts „davon, dafs mir diefs je geglückt sey, und so lange sich daraus „nicht Essigsäure ohne zerstörende Destillation erhalten oder „Milchsäure sich aus Essigsäure und einer thierischen Substanz „zusammensetzen läfst, so lange thut man am besten, den Namen „Milchsäure beizubehalten; denn ist die Milchsäure eine chemische „Verbindung mit einem thierischen Stoff, der in die Zusammen„setzung der Salze mit eingeht und die Essigsäure verhindert, „bei der Destillation überzugehen, so wäre es ebenso unrecht, „diese Salze essigsaure zu nennen, als wenn man die Sulpho„vinate, die Nitroleucate etc. schwefelsaure oder salpetersaure „Salze nennen wollte.“

In seiner letzten Untersuchung *) beschreibt Berzelius einige Versuche, aus denen erschlossen werden konnte, dafs die Milchsäure keine Essigsäure enthielt, und er schliefst seine Untersuchung mit folgenden Worten : „Künftige Untersuchungen „müssen hauptsächlich zum Augenmerk haben, ob das, was „Milchsäure genannt worden ist, ein Gemenge von zwei Säuren „sey, die einander ähnlich sind, aber doch verschiedene Salze geben.

*) Annal. der Pharm. Bd. I S. 1 1832.

Digitized by Google

Aus den angeführten Stellen ergiebt sich, dafs zur Zeit, wo man anfing die Milchsäure unter die Bestandtheile der Muskelflüssigkeit zu zählen, die Eigenschaften der Säure, die wir jetzt mit diesem Namen bezeichnen, so gut wie unbekannt waren, so unbekannt, dafs man die von Braconnot in dem Reiswasser und Runkelrübensafte sich bildende Säure für eine eigenthümliche Säure hielt, bis L. Gmelin ihre Identität mit der Säure in sauer gewordener Milch bewies und C. Mitscherlich seine Methode beschrieb, die Milchsäure aus saurer Milch vollkommen rein zu erhalten.

Es ist klar, dafs die auf einer so ungewissen und schwankenden Grundlage vor vierzig Jahren gemachte Annahme der Milchsäure in dem thierischen Körper in unserer Zeit keine Geltung mehr haben konnte, um so weniger, da nach Berzelius sich kein Chemiker mit der näheren Untersuchung oder der Beweisführung, dafs die in den Muskeln vorkommende Säure identisch sey mit der Säure, die sich in saurer Milch findet, beschäftigt hat. Diese Identität oder überhaupt das Vorhandenseyn einer stickstoffreien Säure als Bestandtheil des lebenden Thierkörpers wurde noch unwahrscheinlicher und zweifelhafter, da die genauere Untersuchung des Harns, in welcher Milchsäure als Bestandtheil angenommen worden war, die Abwesenheit derselben erwiesen hatte.

Ich hielt die Ermittelung der in der Hauptmasse des Körpers verbreiteten Säure für um so wichtiger, weil sie allein Aufschlufs zu geben vermochte über die Natur und den Ursprung der an der Verdauung Antheil nehmenden Säure. Die Säure des Magensaftes wird nicht während der Verdauung aus den Bestandtheilen der Speisen gebildet, die für sich nicht sauer sind, sie wird von den Magenwänden auch im nüchternen Zustande abgesondert. War diese Säure ein Bestandtheil des Blutes, so mufste sie im Blute oder in irgend einem anderen Theile des Körpers nachweisbar seyn.

Digitized by Google

Auf qualitative Untersuchungen gestützt, haben zwar mehrere französische Chemiker die Säure des Magensaftes für Milchsäure erklärt, aber die Reactionen, welche die Gegenwart der Milchsäure beweisen sollten, gehören entweder der Milchsäure nicht an *), oder es sind solche, welche die Milchsäure mit einer Menge von anderen Säuren, namentlich mit Phosphorsäure, die in thierischen Flüssigkeiten niemals fehlt, theilt.

Als ein Bestandtheil der Fleischbrühe wurde von Chevreul im Jahr 1835 unter dem Namen Kreatin (von κρέας, Fleisch) ein neuer Körper beschrieben, der sich durch seine Eigenschaften wesentlich von den bereits bekannten unterschied; er hatte denselben durch Behandlung des durch Abdampfen im luftleeren Raum erhaltenen Rückstandes der Fleischbrühe mit Alkohol in sehr geringer Menge erhalten.

Die von diesem berühmten Chemiker beobachteten Eigenschaften des Kreatins sind folgende: »Das Kreatin zeichnet sich »durch die Durchsichtigkeit seiner Krystalle aus, welche recht„winkliche Prismen von Perlmutterglanz darstellen, es ist schwerer »wie Salpetersäure von 1,34 specifischem Gewicht und leichter »wie Schwefelsäure von 1,84 Dichtigkeit; es ist ohne Wirkung „auf Pflanzenfarben; seine wässerige Lösung wird durch Chlor»barium, durch oxalsaures Ammoniak, salpetersaures Silberoxyd, »schwefelsaures Kupferoxyd, Eisenvitriol, Bleiessig und Platin„chlorid nicht gefällt. 1000 Thle. Wasser von 15° lösen 12,04 „Kreatin, Weingeist von 0,804 löst etwa ein halb Tausendtel. »Die Auflösung in Salpetersäure entwickelt, erwärmt, salpetrige „Säure und hinterläfst nach dem Verdampfen einen Rückstand, »welcher mit Platinchlorid einen Niederschlag giebt und in »kleinen Körnern krystallisirt. Das Kreatin löst sich in Salz»säure, die Auflösung giebt beim Abdampfen farblose dendri„tische Krystalle, welche Platinchlorid nicht fällen.

*) Siehe Annal. der Chem. und Pharm. Bd. LXI S. 216.

Digitized by Google

»In seiner wässerigen Lösung zersetzt sich das Kreatin, »wiewohl langsam, man bemerkt einen deutlichen Ammoniak-„geruch und einen faden Geruch; die Flüssigkeit verliert an »ihrer Durchsichtigkeit.

»In einer kleinen Glasröhre erhitzt, knistert das Kreatin, ent-»wickelt Wasser, verliert seine Durchsichtigkeit und wird matt, „schmilzt sodann, ohne sich zu färben, zersetzt sich zuletzt „unter Entwickelung von Ammoniak und einem Geruch nach „Blausäure und Phosphor, es verdichtet sich in dem oberen Theil »des Röhrchens ein gelber Dampf, theils in flüssiger Gestalt, »theils in festem und krystallinischem Zustande. Der kohlige »Rückstand ist gering, er hinterläfst nach der Einäscherung nur »eine Spur von Asche, welche frei von Kochsalz ist.

„Das Kreatin enthält Krystallwasser, welches bei 100° weg-„geht, seine entfernten Bestandtheile sind Kohlenstoff, Wasser-„stoff, Stickstoff und Sauerstoff, in Verhältnissen, welche nicht „bestimmt worden sind *).“

Chevreul vergleicht es mit dem Asparagin und zeigt, dafs es mit diesem nicht verwechselt werden kann; er bemerkt hierbei, dafs das Kreatin unter dem Einflufs von Baryt eine Säure giebt, welche sehr verschieden von der Asparaginsäure ist. Vielleicht, fügt er hinzu, ist es ein Ammoniaksalz, gebildet durch die Verbindung von Ammoniak mit einer organischen Säure.

Nachdem Chevreul seine Beobachtung über das Vorkommen des Kreatins mitgetheilt hatte, versuchten mehrere Chemiker diesen Stoff wieder zu gewinnen. Berzelius bemerkt in seinem Handbuch **) hierüber folgendes: „Nachdem „Chevreul's Entdeckung bekannt geworden war, habe ich es „vergebens versucht, diesen Körper aus ungekochtem Ochsen-„fleisch darzustellen; ich habe inzwischen Gelegenheit gehabt,

*) Journal de Pharm. T. XXI p. 236.
**) IX. Bd. 1840 S. 589.

Digitized by Google

„das Kreatin bei diesem ausgezeichneten Chemiker zu sehen. „Es scheint also mehr ein zufälliger Bestandtheil zu seyn, dessen „Gegenwart von Umständen bei der Fütterung des Rindviehs „abhängt und also zuweilen gefunden wird und bei anderen „Gelegenheiten fehlt. Würde man es nun in der Flüssigkeit „finden, in welcher Rindfleisch gekocht worden ist, so wäre es „offenbar ein Product der Metamorphose.“ Wöhler bemerkt in einer Anmerkung hierzu: „Ich habe diese Substanz aus der „Fleischbrühe von 8 Pfund Rindfleisch in gelblichen Krystallen „angeschossen erhalten, es ist nicht Allantoin, wie ich ver„muthete.“

In seiner Untersuchung der Muskeln des Alligators sagt Schlofsberger*): „Das im Wasserbad eingedampfte Filtrat „(des wässerigen bis zum Coaguliren des Albumins erhitzten „Auszugs des Alligatorfleisches) stellte einen bratenartig rie„chenden, bräunlich gelben, ziemlich sauer reagirenden Syrup „dar, wie man ihn, ein Gemisch der verschiedensten Extractiv„stoffe, mit dem Namen Osmazom bei den gewöhnlichen Fleisch„arten begreift. Warmer Alkohol löst eine ansehnliche Menge „mit gelber Farbe und setzte beim Erkalten kleine kubische, „gelbliche Krystalle ab, die sich durch Wasser, besser durch „Alkohol auswaschen liefsen. So gereinigt, verhielten sie sich „durchaus wie Chevreul's Kreatin. Sie werden beim Erhitzen „weifs, undurchsichtig, darauf schmolzen sie unter Ausstofsen „eines gelben Dampfes und ammoniakalisch-brenzlichen Geruchs „und hinterliefsen eine Kohle, die nach langem Rothglühen nur „ganz wenig Asche hinterliefs. Beim Erhitzen mit Salpetersäure „auf dem Platinblech und Uebergiefsen mit Ammoniak, gaben „sie einen Augenblick eine schön hochgelbe Färbung, die aber „schnell in's Braune überging; in starker Salpetersäure aber „lösten sie sich unter Entwickelung von gelben Dämpfen, beim

*) Annal. der Chem. und Pharm. Bd. XLIX S. 343.

Digitized by Google

„Abdampfen blieb dann ein weifser Rückstand. Durch salpeter-
„saures Silber, Bleizucker und Barytsalze entstand in der wäs-
„serigen Lösung keine Fällung. Leider reichte die Quantität zu
„keiner Elementaranalyse hin, da aus mehreren Pfunden Fleisch
„kaum 150 Milligrammen erhalten wurden. Jedenfalls", fährt
Dr. Schlofsberger fort, „wäre es wünschenswerth, von neuem
„nach diesem sonderbaren Körper zu fahnden, den Chevreul
„in der Fleischbrühe der holländischen Compagnie entdeckte,
„Berzelius und Simon aber nicht wieder auffinden konnten;
„auch ich begegnete ihm bei meinen vielfältigen Fleischanalysen
„im Jahr 1838 nicht, obgleich ich ausdrücklich nach ihm suchte.
„Wöhler hat eine kleine Quantität aus Ochsenfleisch erhalten
„und festgestellt, dafs es kein Allantoin ist. Es scheint demnach
„in den Flüssigkeiten der Muskelsubstanz für gewöhnlich nicht,
„oder nur in so kleiner Quantität vorzukommen, dafs es nicht
„aufgefunden werden kann. Immerhin aber bleibt die Nach-
„weisung dieses durch seine Krystallisirbarkeit und sein ganzes
„chemisches Verhalten wohl charakterisirten Körpers in dem
„Fleisch so ganz einander entfernt stehender Thiere (Rind und
„Krokodill) bemerkenswerth."

Diefs ist im Wesentlichen Alles, was durch die Untersuchung über Milchsäure und Kreatin bekannt geworden ist. Was die übrigen Materien betrifft, welche man als Bestandtheile des Fleisches in den chemischen Werken angegeben findet, so kann ich mich, wie ich glaube, weiterer Citationen entheben, da ihr näheres Verhalten nicht weiter erforscht ist und sie aufser der Fähigkeit, durch Bleizucker, Bleiessig, Sublimat, Gerbsäure oder Zinnsalz gefällt zu werden, keine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten darbieten.

In dem Anfange meiner Arbeit gelang es erst nach vielen vergeblichen Versuchen, eine kleine Menge Kreatin aus der Fleischflüssigkeit des Huhns zu erhalten, und die Prüfung seines

Digitized by Google

chemischen Verhaltens zeigte sehr bald, dafs dieser Körper beim Verdampfen der Fleischflüssigkeit in Folge einer Veränderung, die er durch die vorhandene freie Säure erfährt, seine Krystallisirbarkeit verliert, wodurch seine Scheidung und Gewinnung sehr erschwert wird. Die Darstellung der in dem Fleisch sehr bald erkannten stickstofffreien Säure war anfänglich mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden, und es hat zuletzt nur die genauere Bekanntschaft mit den anderen in der Fleischflüssigkeit vorkommenden Stoffen zu den einfachen Methoden ihrer Darstellung und Scheidung geführt, welche in dem Folgenden in der Aufeinanderfolge beschrieben werden sollen, wie sie sich dem Beobachter darbieten.

Wenn feingehacktes Fleisch frisch getödteter Thiere mit kaltem destillirtem Wasser ausgezogen wird, so erhält man eine roth oder röthlich gefärbte Flüssigkeit von dem Geschmack, welcher dem Blut verschiedener Thierklassen eigenthümlich ist. Wird diese Flüssigkeit in einem Wasserbade erhitzt, so coagulirt zuerst, wie Berzelius bereits beobachtet hat, das Albumin und die Flüssigkeit behält ihre rothe Farbe. Das Albumin scheidet sich als kaum gefärbtes Gerinnsel gallertartig zuletzt in dichteren Flocken ab, und erst bei höherer Temperatur tritt die Scheidung des Farbstoffs ein. Man kann sehr deutlich die Grenze erkennen, wo das Albumin sich getrennt hat, während der rothe Farbstoff noch in Lösung sich befindet; ein abermaliges Aufkochen in einem Silber- oder Porcellangefäfse genügt zuletzt, um allen Farbstoff im geronnenen Zustande abzuscheiden, und man erhält eine leicht filtrirbare Flüssigkeit, welche Lackmus stark röthet. Das durch die Hitze abgeschiedene Albumin, sowie der Faserstoff und das Zellgewebe, reagiren ebenfalls sauer, und diese Beschaffenheit läfst sich durch Waschen mit Wasser nicht hinwegnehmen. Beim Kochen mit Wasser wird der ausgelaugte Fleischrückstand undurchsichtig, milchweifs, hornartig hart und

Digitized by Google

das Wasser erhält jetzt durch aufgelöste Leimsubstanz die Eigenschaft, nach gehöriger Concentration in der Kälte zu einer Gallerte zu gerinnen.

Wenn man die löslichen Bestandtheile der Muskelsubstanz ohne grofsen Verlust und mit Vermeidung zu grofser Wassermengen gewinnen will, so läfst sich eine gute Presse nicht entbehren. Man kann zwar nach dem anzugebenden Verfahren jeden einzelnen der beschriebenen Stoffe mit Leichtigkeit darstellen, aber es ist nicht rathsam, weniger wie 8 — 10 Pfund in Arbeit zu nehmen. Man darf sich nur erinnern, dafs das Fleisch 76 — 79 pC. Wasser und 2 — 3 pC. Albumin enthält und nach dem Auslaugen mit Wasser 17 — 18 pC. Fleischfaser hinterläfst, um einzusehen, dafs man auch bei Anwendung von zehn und mehr Pfund Fleisch immer nur mit verhältnifsmäfsig geringen Mengen arbeitet.

Angenommen, man habe 10 Pfund Fleisch zur Verarbeitung bestimmt, so nimmt man die Hälfte davon, übergiefst sie mit 5 Pfund Wasser, knetet die Mischung mit den Händen sorgfältig durch und prefst sie in einem Sack von grober Leinwand so gut wie möglich aus. Der einmal gepreſste Rückstand wird mit 5 Pfund Wasser zum zweitenmal sorgfältig gemischt und wieder ausgepreſst. Die Flüssigkeit der ersten Pressung wird zur weiteren Bearbeitung zur Seite gestellt, die der zweiten Pressung dient zur Ausziehung der anderen Hälfte des frischen Fleisches. Man behandelt in gleicher Weise die erste Hälfte des Fleisches mit 5 Pfund Wasser zum drittenmal und bringt die durch Pressung erhaltene Flüssigkeit zur zweiten Ausziehung der anderen Hälfte; die letztere wird zum drittenmal mit reinem Wasser aufquellen lassen und ebenfalls gepreſst.

Alle vereinigten Flüssigkeiten werden, um Stückchen Fleischfaser zurückzuhalten, durch ein reines Tuch geseiht, dann in einen grofsen Glaskolben gebracht, dieser in einen Kessel mit Wasser gesetzt, letzteres allmälig bis zum Sieden erhitzt und in

Digitized by Google

dieser Temperatur erhalten, bis der Fleischauszug seine Farbe verloren hat und Albumin und Farbstoff als Gerinnsel abgeschieden sind. Wenn eine herausgenommene Probe, in einer Glasröhre zum Sieden erhitzt, klar bleibt und keine Flocken mehr abscheidet, so ist diese Operation beendigt.

Bei manchen Fleischsorten ist es nothwendig, zur Abscheidung des letzten Restes von Farbstoff, nach dem Gerinnen des Albumins, die Flüssigkeit aus dem Kolben zu nehmen und in einem Silber- oder Porcellangefäfse zum Aufwallen zu bringen, was sich um so leichter thun läfst, da das Anhängen und Anbrennen des Gerinnsels an dem Boden des Gefäfses nicht mehr zu befürchten ist. Es ist ferner zweckmäfsig, von dem Fleische das Fett so viel wie thunlich zu sondern, oder Fleisch von mageren Thieren zu wählen, indem das Fett sowohl die Ausziehung des Fleisches mit Wasser, als das Auspressen sehr erschwert. Bei fettem Fleisch versagen die Tücher oder Säcke, worin das Pressen vorgenommen wird, indem sich die Poren mit Fett anfüllen, sehr bald ihren Dienst.

Nach der Abscheidung des Albumins und Farbstoffs wird die Flüssigkeit durch ein Tuch geseiht, das Gerinnsel ausgepreſst und die vereinigten Flüssigkeiten filtrirt.

Die Farbe der erhaltenen Fleischbrühe ist je nach den Fleischarten verschieden, die von sehr blutreichem Fleisch, wie vom Ochsen, Reh, Hasen, Fuchs, giebt eine röthlich gefärbte Flüssigkeit, die vom Kalb- und Hühnerfleisch und Fisch ist kaum gefärbt.

Für die Gewinnung des Kreatins eignet sich das Fleisch des Wildes und der Hühner am besten. Die Fleischbrühe von den genannten Fleischsorten ist nach dem Filtriren klar und durchsichtig, die vom Pferde und Fisch ist immer trübe; der Geschmack ist bei Allen ziemlich gleich und die Fleischbrühe vom Fuchs ist dadurch nicht unterscheidbar von der vom mageren Ochsenfleische. Die Fleischbrühe vom Marderfleisch besitzt

Digitized by Google

einen deutlichen Moschusgeruch, der beim Erwärmen und Verdampfen noch hervorstechender wird.

Alle auf die angegebene Art erhaltenen Fleischflüssigkeiten reagiren sauer, was mir um so bemerkenswerther erscheint, als sie aus dem Fleische des Ochsen, Schaafs und Wildes nur mit einer verhältnifsmäfsig grofsen Menge Blut gemischt erhalten werden können, und das in dem Blute enthaltene Alkali, von welchem seine alkalische Reaction abhängt, dennoch nicht hinreicht, um die frei in der Muskelflüssigkeit vorhandene Säure zu neutralisiren. Ich glaube sogar, dafs wenn man sich in den meisten Thieren alles in den Blutgefäfsen enthaltene Blut mit allen in den Muskeln vorhandenen Flüssigkeiten gemischt denkt, dafs diese Mischung nicht eine neutrale oder alkalische, sondern eine saure Reaction behalten würde. Bei dem Hasen, dessen Blutmenge verhältnifsmäfsig sehr klein ist, ist diefs bestimmt der Fall.

Wenn man die erhaltene klare Fleischbrühe in dem Zustande, den sie nach dem Filtriren besitzt, auf freiem Feuer, auch ohne sie zum Sieden zu bringen, concentrirt, so färbt sie sich allmälig dunkel, zuletzt bleibt ein dunkelbrauner, bratenartig riechender Syrup, in dem sich erst nach langem Stehen Spuren von Krystallen von Kreatin zeigen. Das Braunwerden wird zum Theil dadurch bedingt, dafs sich in der Flüssigkeit ein Absatz von aufgelösten Stoffen befindet, die sich an dem Boden des Gefäfses anhängen und durch die höhere Temperatur in eine dunkelbraune, lösliche Substanz übergehen, aber selbst wenn dieser Absatz vermieden wird, das Abdampfen z. B. im Wasserbade geschieht, so tritt das Gefärbtwerden unausbleiblich ein. Die Hauptursache ist, neben der Temperatur, die in der Flüssigkeit vorhandene freie Säure, welche vor dem Verdampfen hinweggenommen werden mufs.

Zu diesem Zwecke setzt man der Fleischflüssigkeit eine concentrirte Lösung von kaustischem Baryt zu, so lange dadurch

Digitized by Google

in derselben ein weifser Niederschlag bewirkt wird. Nach dem Zusatz einer gewissen Menge Barytwasser wird die Flüssigkeit neutral oder selbst alkalisch, man darf sich aber hierdurch nicht abhalten lassen, so lange davon hinzuzufügen, als noch eine Trübung erfolgt.

Der sich bildende Niederschlag besteht aus phosphorsaurem Baryt und phosphorsaurer Bittererde, und zwar enthält derselbe kein phosphorsaures Bittererdeammoniak, sowie sich denn auch beim Zusatz des Barytwassers kein Ammoniak entwickelt; nur in einer einzigen, von vielen Darstellungen, wurde hierbei eine deutliche Ammoniakentwickelung wahrgenommen.

Der Niederschlag aus der Fleischflüssigkeit vom Huhn löst sich, ohne einen Rückstand zu hinterlassen, in verdünnter Salzsäure, und in den Fällen, wo schwefelsaurer Baryt zurückbleibt, ist seine Menge im Verhältnifs zum angewandten Fleisch so gering, dafs man die Schwefelsäure, die dadurch als Bestandtheil angezeigt wird, mit voller Sicherheit der beigemischten Blutflüssigkeit zuschreiben kann.

Nach der Trennung des Niederschlags, welcher alle Phosphorsäure der Fleischflüssigkeit enthält, wird diese in flache Porzellanschaalen vertheilt und im Wasser- oder Sandbade mit der Vorsicht concentrirt, dafs sie niemals in's Kochen kommt. Wenn der obere Rand der Schaale heifser wird wie die Flüssigkeit, so trocknet stets an diesen heifsen Stellen ein Theil davon ein, und es entsteht ein dunkelbrauner Ring, der beim Zugiefsen frischer Flüssigkeit sich löst, ohne sie bemerklich zu färben, aber im concentrirten Zustande kommt alsdann die Farbe zum Vorschein. Beim Verdampfen der mit Barytwasser versetzten Flüssigkeit von Hühnerfleisch erhält sich die Klarheit derselben unverändert, nur wenn man einen Ueberschufs von Baryt angewendet hat, bildet sich auf der Oberfläche eine Haut von kohlensaurem Baryt.

Bei dem Verdampfen derselben Flüssigkeit von Ochsenfleisch

Digitized by Google

entsteht, wenn die Flüssigkeit eine schwache Syrupconsistenz angenommen hat, an ihrer Oberfläche eine schleimige Haut, die sich in Wasser zertheilt, aufquillt, aber ohne sich aufzulösen; beim Kalbfleisch, und namentlich beim Pferdefleisch, folgen sich diese Häute unausgesetzt aufeinander, sie lassen sich wie zusammenhängende Membranen hinwegnehmen und diefs mufs so oft geschehen, als sich ihre Bildung wiederholt.

Wenn die Flüssigkeit auf etwa $\frac{1}{20}$ ihres Volumens eingeengt ist und eine dickliche Beschaffenheit angenommen hat, stellt man sie an einen mäfsig warmen Ort und überläfst sie dem weiteren Verdampfen; sehr bald sieht man an ihrer Oberfläche kleine, deutliche, kurze, farblose Nadeln entstehen, die sich bei ruhigem Stehen und Erkalten vermehren, so dafs die Wände des Gefäfses allmälig davon bedeckt werden.

Diese Krystalle bestehen aus Kreatin.

Das eben beschriebene Verfahren bezieht sich auf alle genannten Fleischsorten, nur bei dem Fischfleische mufs es etwas abgeändert werden.

Das Fleisch von Fischen läfst sich in feingehacktem Zustande nicht pressen, es quillt mit Wasser zu einer schleimigen Masse auf, welche die Poren der Prefstücher verstopft. Es bleibt bei diesem kein anderer Ausweg, als das Fleisch mit einem doppelten Volum Wasser zu mischen, auf einen Trichter zu werfen und durch allmäliges Aufgiefsen von kleinen Portionen Wasser die Fleischflüssigkeit zu verdrängen. Der Auszug ist farblos, schwach opalisirend, von saurer Reaction und hervorstechendem Fischgeschmack und Geruch. Bei dem Erhitzen setzt er ein ganz weifses, weiches Coagulum ab und giebt nach dem Zusatz von Barytwasser, Abdampfen und Erkalten, eine farblose Gallerte, in der sich, wenn sie ruhig stehen gelassen wird, nach 24 Stunden sehr deutliche und regelmäfsige Kreatinkrystalle bilden.

Die Quantität von Kreatin, die man von verschiedenen Fleisch-

Digitized by Google

sorten erhält, ist sehr ungleich. Unter allen enthält das Fleisch der Hühner und des Marders am meisten, dann das des Pferdes, Fuchses, des Rehes, Hirsches und Hasen, des Ochsen, Schafs, Schweins, Kalbes und zuletzt das Fischfleisch.

Der Unterschied in dem Kreatingehalt ist selbst bei derselben Thierklasse in die Augen fallend. Das Fleisch eines Fuchses, der auf der hiesigen Anatomie zweihundert Tage lang mit Fleisch gefüttert worden war, lieferte noch nicht den zehnten Theil derjenigen Menge Kreatin, welche von einem gleichen Gewicht Fleisch von auf der Jagd erlegten Füchsen erhalten wurde.

Der Kreatingehalt der Muskeln eines Thieres steht in einer deutlichen Beziehung zu dem Fettgehalte oder zu den Ursachen, welche die Ablagerung des Fettes bedingen. Aus fettem Fleisch erhält man oft nur Spuren, immer aber weit weniger Kreatin, als wie von magerem, bei gleichem Fleischfasergehalt. Der erwähnte gefütterte Fuchs gab über 1 Pfund an Bauchlappenfett, während an gehetzten oder gejagten Füchsen das Fett für das Auge nicht wahrnehmbar war.

Von 100 Pfund Fleisch von einem mageren alten Pferde wurden nahe an 36 Grm. Kreatin erhalten; 116 magere Hühner lieferten ungefähr 72 Grm. und 86 Pfund Ochsenfleisch 30 Grm.

Das Gewicht des Fleisches von einem Huhn betrug durchschnittlich 203 Grm. (13 Loth), das Fleisch von auf der Jagd erlegten Füchsen 2 — 2½ Pfund.

Ich habe, wie oben bemerkt, das Kreatin in dem Fleisch des Ochsen, Schafs, Schweins, Kalbs, Rehs, Hasen, Marders, Fuchses, Hirsches, Huhns und Hechtes gefunden, und da es wohl keinem Zweifel unterliegen kann, dafs die von Schlofsberger aus dem Fleisch des Alligators erhaltenen Krystalle ebenfalls Kreatin waren, so läfst sich wohl annehmen, dafs dieser Körper ein Bestandtheil der Muskeln aller höheren Thierklassen ist.

Ich habe bei Anwendung desselben Verfahrens das Kreatin in der Substanz des Gehirns, der Leber und der Nieren nicht

Digitized by Google

auffinden können, aber in dem Herzen des Ochsen ist es in reichlicher Menge vorhanden, so dafs sich dieses vorzugsweise zur Darstellung desselben eignet. Die Behandlung der Substanz des Gehirns und der Leber bot in der Untersuchung eine Menge Eigenthümlichkeiten dar, welche einem genaueren Studium dankbare Resultate versprechen. So z. B. erhält man, wenn die Gehirnsubstanz mit Barytwasser zu einer dünnen Milch zerrieben, durch ein feines Harnsieb geseiht und zum Sieden erhitzt wird, ein Coagulum, in dem alles Gehirnfett enthalten ist und eine klare, gelblich gefärbte Flüssigkeit, welche von dem überschüssigen Baryt durch einen Strom Kohlensäure und Erhitzen befreit, zwei Barytsalze enthält, von denen das eine in Alkohol löslich ist; beide sind im Wasser löslich und geben mit Säuren einen weifsen, flockigen Niederschlag.

Kreatin.

Die aus der Fleischflüssigkeit erhaltenen Kreatinkrystalle werden von der Mutterlauge durch ein Filter getrennt, mit Wasser, zuletzt mit Weingeist ausgewaschen und in siedendem Wasser gelöst. Wenn diese Auflösung gefärbt ist, so setzt man etwas Blutkohle hinzu, eine geringe Menge genügt, um nach dem Filtriren eine farblose, wasserhelle Flüssigkeit zu erhalten, die nach dem Erkalten das Kreatin in vollkommen reinen Krystallen absetzt.

War die Phosphorsäure aus der Fleischflüssigkeit nicht vollkommen durch Barytwasser entfernt worden, so sind die aus der Mutterlauge erhaltenen Kreatinkrystalle gemengt mit phosphorsaurer Bittererde, von der beim Umkrystallisiren die gröfste Menge zurückbleibt, aber ein kleiner Theil sich löst und mit den Kreatinkrystallen wieder niederfällt. Um diese Verunreinigung zu entfernen, wird die filtrirte heifse Lösung mit etwas Bleioxydhydrat gekocht, filtrirt und dann mit etwas Blutkohle behandelt, welche die Spuren des gelösten Bleioxyds hinwegnimmt.

Digitized by Google

Die Krystalle des Kreatins sind farblos, vollkommen durchsichtig und von dem stärksten Glanze, sie gehören ihrer Form nach dem klinorhombischen Systeme an, es sind Gruppen, deren Habitus ganz an den des Bleizuckers erinnert. Bei 100° werden die Krystalle matt und undurchsichtig unter Wasserverlust.

0,485 Grm. krystallisirtes Kreatin verloren bei 100° 0,059 Grm. Wasser = 12,16 pC.

0,3582 Grm. krystallisirtes Kreatin verloren bei 100° 0,044 Grm. Wasser = 12,28 pC.

0,5835 Grm. krystallisirtes Kreatin verloren bei 100° 0,0705 Grm. Wasser = 12,08 pC.

0,603 Grm. krystallisirtes Kreatin verloren bei 100° 0,0753 Grm. Wasser = 12,18 pC.

100 Theile verloren hiernach im Mittel 12,17 pC.

Durch Verbrennung des getrockneten und krystallisirten Kreatins mit Kupferoxyd wurde ein Gasgemenge erhalten, welches auf 388 Volum Stickgas 1036 Volum Kohlensäure enthielt. Hiernach enthält das Kreatin auf 8 Vol. Kohlensäure oder 8 Aeq. Kohlenstoff 3 Vol. oder Aeq. Stickstoff *).

Ferner lieferten mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt :

0,5628 Grm. krystallisirtes Kreatin 0,6764 Grm. Kohlensäure (das Wasser ging verloren).

0,5830 Grm. krystallisirtes Kreatin 0,693 Grm. Kohlensäure und 0,388 Grm. Wasser.

0,545 Grm. krystallisirtes Kreatin 0,658 Grm. Kohlensäure und 0,367 Grm. Wasser.

---

*) II. Röhre gab auf 89 Vol. Stickstoff 217 Vol. Kohlensäure
III. „ „ „ 64 „ „ 156 „ „
IV. „ „ „ 78 „ „ 219 „ „
V. „ „ „ 77 „ „ 224 „ „
VI. „ „ „ 80 „ „ 220 „ „

388 „ „ 1036 „ „

Digitized by Google

0,2884 Grm. krystallisirtes Kreatin gaben 1,300 Grm. Platinsalmiak = 28,32 pC. Stickstoff.

Diese Analysen ergaben in 100 Theilen Kreatin:

	I.	II.	III.
Kohlenstoff	32,77	32,91	32,41 *)
Stickstoff	28,32	28,32	28,32
Wasserstoff	„	7,33	7,39
Sauerstoff	„	31,44	31,88
		100,00	100,00

entsprechend der Formel:

8	Aeq. Kohlenstoff	48	32,22
3	„ Stickstoff	42	28,19
11	„ Wasserstoff	11	7,38
6	„ Sauerstoff	48	32,21

Atomgewicht des krystallisirten Kreatins 149 100,00.

0,3145 Grm. getrocknetes Kreatin lieferten, mit Kupferoxyd verbrannt, 0,4195 Grm. Kohlensäure und 0,197 Grm. Wasser.

0,4085 Grm. getrocknetes Kreatin lieferten, mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt, 0,5590 Grm. Kohlensäure und 0,2348 Grm. Wasser.

Diese Analysen gaben in 100 Theilen (C : N = 8: 3):

	I.	II.
Kohlenstoff	36,38	36,93
Stickstoff	31,91	32,39
Wasserstoff	6,96	6,96
Sauerstoff	24,75	23,72
	100,00	100,00,

entsprechend der Formel:

*) Bei den Verbrennungen mit chromsaurem Bleioxyd ist bekanntlich die Bildung von salpetriger Säure unvermeidlich und von einer kleinen Menge, welche der reducirenden Wirkung des metallischen Kupfers entging, rührt ohne Zweifel die gröfser erhaltene Kohlenstoffmenge her.

Digitized by Google

8 Aeq.	Kohlenstoff	48	36,64
3 „	Stickstoff	42	32,06
9 „	Wasserstoff	9	6,87
4 „	Sauerstoff	32	24,43
Atomgewicht des getrockn. Kreatins		131	100,00.

Das krystallisirte Kreatin entspricht hiernach der Formel : $C_8 N_3 H_7 O_4 + 2$ aq. Die beiden Wasseratome entsprechen :

1 At.	trockenes Kreatin	131	87,92
2 „	Wasser	18	12,08
		149	100,00.

Wenn man mit der Formel des Kreatins die des Glycocolls vergleicht, so ergiebt sich, dafs das krystallisirte Kreatin die Elemente enthält von 1 At. Glycocoll =

$$C_8 N_2 H_8 O_6 +$$
$$N H_3 \quad \text{Ammoniak}$$
$$C_8 N_3 H_{11} O_6.$$

Das Kreatin löst sich leicht in siedendem Wasser; eine kochend gesättigte Lösung erstarrt beim Erkalten zu einer Masse von feinen glänzenden Nadeln; aus einer verdünnten Lösung krystallisirt es sehr langsam in ziemlich grofsen, oft 2 — 3 Linien langen und 1 Linie dicken Krystallen, die 24 Stunden nach dem Erkalten in derselben Flüssigkeit noch an Umfang zunahmen.

1000 Theile Wasser von 18° lösen 13,44 Kreatin, oder 1 Theil Kreatin löst sich in 74,4 Wasser.

Im kalten Alkohol ist das Kreatin so gut wie unauflöslich, 1 Theil bedarf 9410 Theile Alkohol; in wasserhaltigem Weingeiste ist es leichter löslich.

Die wässerige kalte Auflösung des Kreatins besitzt der geringen Menge der aufgelösten Substanz wegen einen schwachen, bitteren, im Schlund etwas kratzenden Geschmack. Wenn die wässerige Lösung eine Spur einer fremden organischen Substanz enthält, so verändert sie sich, wie bereits Chevreul

Digitized by Google

bemerkte, sehr leicht, es bilden sich Schimmelvegetationen und die Flüssigkeit nimmt einen widrigen, ekelhaften Geruch an.

Das Kreatin vermag auch in der gröfsten Menge die saure Reaction selbst der schwächsten Säure nicht aufzuheben; es besitzt keinen basischen Character; es löst sich in der Wärme leicht in Barytwasser und krystallisirt daraus ohne Veränderung. Die erhaltenen Krystalle enthalten keinen Baryt, und aus der Auflösung wird durch Kohlensäure aller Baryt gefällt. Beim Sieden mit Barytwasser wird es hingegen zersetzt, es entwickelt sich Ammoniak, die Flüssigkeit trübt sich auch bei völligem Abschlufs der Luft und es setzt sich körnig krystallinischer, kohlensaurer Baryt ab, dessen Menge sich beständig vermehrt.

In einer warm gesättigten Auflösung von Kreatin verändert sich die Farbe des Bleisuperoxyds auch beim Sieden nicht; die beim Erkalten sich absetzenden Krystalle von Kreatin sind frei von Bleioxyd. Eine Auflösung von übermangansaurem Kali, in welcher man Kreatin auflöst, verliert erst ihre rothe Farbe bei längerem Stehen in der Wärme, ohne bemerkliche Gasentwickelung; die Flüssigkeit enthält alsdann kein Kreatin mehr und liefert beim Abdampfen weifse Krystalle, und es findet sich das Kali zum Theil mit Kohlensäure verbunden.

Die Wirkung starker Mineralsäuren ist sehr merkwürdig. Eine Auflösung von Kreatin, der man in der Kälte Salzsäure zusetzt, liefert beim freiwilligen Verdunsten Krystalle, welche aus unverändertem Kreatin bestehen, mit stärkerer Salzsäure erhitzt, läfst sich hingegen aus einer Kreatinlösung kein Kreatin mehr erhalten; in ganz gleicher Weise verhalten sich Schwefelsäure, Phosphorsäure und Salpetersäure. Wenn Kreatin in einer von diesen Säuren gelöst und die Lösung in gelinder Wärme verdampft wird, so erhält man Krystalle, welche leicht in Alkohol löslich sind, eine Eigenschaft, die dem unveränderten Kreatin abgeht. Diese Krystalle enthalten eine Portion der Säure in chemischer Verbindung.

Digitized by Google

Es entsteht hierbei aus dem Kreatin, in Folge einer Umsetzung, die seine Elemente bei Berührung mit den starken Mineralsäuren erleiden, ein neuer Körper von ganz verschiedenen chemischen Eigenschaften, ein wahres organisches Alkali, was ich mit Kreatinin bezeichnen will.

Kreatinin.

Wenn man krystallisirtes Kreatin in dem von mir beschriebenen Trockenapparate bei 100° einem Strome trocknem salzsaurem Gase aussetzt, so nimmt das Gewicht des Apparates anfänglich zu, bei fortgesetztem Erhitzen und Ueberleiten trockener Luft erhält man aber zuletzt sehr nahe das ursprüngliche Gewicht wieder. Obwohl es demnach scheint, dafs das Kreatin unter diesen Umständen keine Salzsäure aufzunehmen vermag, so wiederlegt sich dieser Schlufs sogleich, insofern man während der Dauer des Versuches beständig Wasser entweichen sieht, bis das Gewicht des Apparates constant bleibt. Verwendet man zu dem nämlichen Versuche getrocknetes Kreatin, so zeigt sich eine Gewichtszunahme.

Der unter diesen Umständen entstehende Körper ist neutrales salzsaures Kreatinin.

In ganz gleicher Weise erhält man salzsaures Kreatinin, wenn man Kreatin in einer Porzellanschale mit concentrirter Salzsäure übergiefst, die Lösung abdampft und die trockene Masse im Wasserbade bis zur Entfernung aller freien Salzsäure erhitzt.

Uebergiefst man Kreatin mit verdünnter Schwefelsäure (auf 1 Theil Kreatin ein gleiches Gewicht einer aus 27 Theilen concentrirter Schwefelsäure und 73 Theilen Wasser bestehenden verdünnten Schwefelsäure), dampft zur Trockene ein und erhitzt bis zur Entfernung aller Feuchtigkeit, so bleibt neutrales schwefelsaures Kreatinin.

Aus dem salzsauren oder schwefelsauren Kreatinin, welches

Digitized by Google

auf die eine oder die andere Weise dargestellt worden ist, läfst sich das Kreatinin mit Leichtigkeit gewinnen.

Setzt man zu einer siedenden wässerigen Lösung des schwefelsauren Kreatinins kohlensauren Baryt, bis kein Aufbrausen mehr erfolgt und die Flüssigkeit alkalisch reagirt, so entsteht schwefelsaurer Baryt und man behält reines Kreatinin in Auflösung.

Aus dem salzsauren Kreatin erhält man die Basis, wenn die wässerige Auflösung desselben mit Bleioxydhydrat gekocht wird. Das salzsaure Salz löst man in 24 — 30 Thln. Wasser, bringt sie in einer Porzellanschale zum Sieden und setzt das mit Wasser aufgeschlämmte Bleioxydhydrat in kleinen Portionen zu, im Anfang entsteht Chlorblei und die Flüssigkeit behält ihre saure Reaction, bei weiterem Zusatz wird sie neutral, oder sie nimmt eine schwach alkalische Reaction an. Wenn der Flüssigkeit jetzt die dreifache Menge des bereits verbrauchten Bleioxydhydrates zugefügt und die Mischung eine Zeitlang im Sieden erhalten wird, so tritt ein Punkt ein, wo sie, so verdünnt sie auch ist, zu einem dicken, hellgelben Brei zu gerinnen scheint. Die Zersetzung ist in diesem Fall beendigt; die Flüssigkeit wird abfiltrirt und der Rückstand sorgfältig ausgewaschen; im Fall eine Spur Blei aufgeschlämmt oder gelöst bleibt, so nimmt man diese durch Behandlung mit etwas Blutkohle hinweg. Die so eben beschriebene Methode beruht auf der Ueberführung des Chlorbleis in eine überbasische Verbindung desselben mit Bleioxyd, die in Wasser eben so unlöslich ist als Chlorsilber.

Die erhaltene Auflösung des Kreatinins ist vollkommen chlorfrei, sie liefert, sowie die durch Baryt aus dem schwefelsauren Salz erhaltene, nach der Concentration im Wasserbade, beim Erkalten vollkommen ausgebildete Krystalle von Kreatinin.

Da nach beiden beschriebenen Methoden alle Verunreinigungen des kohlensauren Baryts, oder des Bleioxydhydrats von Essigsäure, Kali etc. in der Kreatininlösung zurückbleiben, so

Digitized by Google

mufs man auf die vollkommene Reindarstellung des anzuwendenden kohlensauren Baryts oder Bleioxydhydrats eine besondere Aufmerksamkeit verwenden.

Die Kreatininkrystalle gehören dem monoklinometrischen Systeme an, sie sind gebildet durch das Prisma ∞ P, die basische Endfläche o P und die klinodiagonale Endfläche ∞ P ∞. Die Orthodiagonale ist kleiner als die Klinodiagonale. Der Winkel o P : ∞ P ∞ (der Winkel also, unter welchem die Hauptaxe gegen die Klinodiagonale geneigt ist) wurde = 69°24′ gefunden; der Winkel, unter welchem die Seitenflächen ∞ P in dem orthodiagonalen Durchschnitt zusammentreffen = 98°,20′ und damit übereinstimmend der Winkel, welcher ∞ P ∞ mit ∞ P bildet = 130°,50′ *).

Das Kreatinin ist in kaltem Wasser weit löslicher wie das Kreatin. 1000 Thle. Wasser lösen 87 Thle. Kreatinin, oder 1 Theil löst sich in 11,5 Thln. Wasser bei 16°; in heifsem ist es viel leichter löslich.

Die wässerige Lösung bläut geröthetes Lackmuspapier, ein Krystall auf nasses Curcumapapier gelegt, bringt an der Berührungstelle einen braunen Fleck hervor. In concentrirtem Zustande schmeckt die Auflösung kaustisch, wie verdünntes Ammoniak.

Das Kreatinin löst sich in siedendem Alkohol und krystallisirt daraus beim Erkalten. 1000 Thle. Alkohol von 16° lösen 9,8 Thle. Kreatinin.

Seinem chemischen Character nach verhält sich das Kreatinin dem Ammoniak ganz gleich.

Eine mäfsig concentrirte Auflösung von salpetersaurem Silberoxyd, der man eine Kreatininlösung zusetzt, gerinnt sogleich zu einer Masse von feinen weifsen Nadeln, die in heifsem

*) Die in dieser Abhandlung vorkommenden krystallometrischen Bestimmungen sind von Hrn. Prof. Kopp.

Digitized by Google

Wasser leicht löslich, beim Erkalten unverändert daraus krystallisiren, sie bestehen aus einer basischen Verbindung von Kreatinin mit salpetersaurem Silberoxyd.

In einer Auflösung von Sublimat bringt das Kreatinin sogleich einen weifsen käsigen Niederschlag hervor, der sich in einigen Minuten in ein Haufwerk von feinen, durchsichtigen, farblosen Nadeln verwandelt.

In einer wässerigen, neutralen Lösung von Zinkchlorür, bringt das Kreatinin sogleich einen körnig krystallinischen Niederschlag hervor, der die Form von rundlichen, warzenförmigen Körnern zeigt, die unter dem Mikroscope aus concentrisch gruppirten, sehr feinen Nadeln bestehen.

Das Kreatinin treibt das Ammoniak aus Ammoniaksalzen aus und bildet mit Kupferoxydsalzen schön blaue, krystallisirbare Doppelsalze.

Platinchlorid bringt in einer verdünnten Lösung von salzsaurem Kreatinin keinen Niederschlag hervor, beim Abdampfen in gelinder Wärme bilden sich hingegen dunkelgelbe, durchsichtige, ziemlich grofse Krystalle, die sich ziemlich leicht in Wasser, schwieriger in Alkohol lösen.

Dampft man eine Kreatinlösung, der man etwas Salzsäure und Platinchlorid zusetzt, ab, so entsteht dieselbe Platinverbindung, welche eine dem Platinsalmiak ähnlich zusammengesetzte Kreatininverbindung darstellt.

Ueber die Zusammensetzung des Kreatinins giebt das Verhalten des Kreatins zu salzsaurem Gase genügenden Aufschlufs.

0,5775 Grm. krystallisirtes Kreatin nahmen beim Ueberleiten von salzsaurem Gase bei 100° nur 0,002 Grm. an Gewicht zu. Der Rückstand, in Wasser gelöst und mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, gab 0,5605 Grm. Chlorsilber, entsprechend 24,68 pC. Salzsäure.

Das Gleichbleiben des Gewichtes in diesem Versuch setzt

Digitized by Google

voraus, dafs für 24,68 pC. Salzsäure eine gleiche oder nahe gleiche Menge Wasser ausgetreten ist.

Da nun das krystallisirte Kreatin für sich bei 100° 12,08 pC. Wasser verliert, so ergiebt sich hieraus, dafs die doppelte Menge ausgetreten seyn mufs, weil sonst bei einer Aufnahme von 24,68 pC. Salzsäure sein Gewicht hätte zunehmen müssen. Da zuletzt 1 Aeq. Salzsäure 36,5 wiegt und das dieser Zahl gleiche Gewicht Wasser vier Aeq. Wasser entspricht, so folgt hieraus, dafs für 1 Aeq. Salzsäure, welches aufgenommen wurde, 4 Aeq. Wasser ausgetreten sind.

Es folgt ferner hieraus, dafs das getrocknete Kreatin im salzsauren Gas um 14,05 pC. an Gewicht zunehmen müsse. In der That nehmen 0,5820 Grm. getrocknetes Kreatin unter diesen Umständen 0,084 Grm. Salzsäure auf, was 14,46 pC. entspricht, eine Uebereinstimmung, die nicht gröfser seyn könnte.

Der Uebergang des Kreatins in Kreatinin, durch die Einwirkung der Mineralsäuren, beruht demnach auf einer Ausscheidung von 4 At. Wasser. Zieht man diese von der Formel des Kreatins ab, so ist die procentische Zusammensetzung des Kreatinins folgende:

		in 100 Theilen
8 Aeq. Kohlenstoff	48	42,48
3 „ Stickstoff	42	37,17
7 „ Wasserstoff	7	6,19
2 „ Sauerstoff	16	14,16
Atomgewicht des Kreatinins	113	100,00.

Uebereinstimmend mit diesem theoretischen Resultate wurden durch die Verbrennung mit chromsaurem Bleioxyd folgende Zahlen erhalten:

0,3418 Grm. Kreatinin lieferten 0,5332 Grm. Kohlensäure und 0,1965 Wasser.

Dieselbe Substanz lieferte durch die Verbrennung ein Gas-

Digitized by Google

gemenge, worin sich auf 434 Vol. Stickgas 1132 Vol. Kohlensäure befanden *).

Hiernach wurden im Kreatinin gefunden :

Kohlenstoff	42,54
Stickstoff	37,20
Wasserstoff	6,38
Sauerstoff	3,88
	100,00.

Vergleicht man mit der Formel des Kreatinins die des Caffeïns und Theins, so ergiebt sich, dafs es die Elemente enthält von 1 At. Caffeïn + 1 At. Amid. Caffeïn ist :

$$C_8\ N_2\ H_5\ O_2,\ \text{hierzu 1 At. Amid}$$
$$-\quad N\ H_2$$

giebt $C_8\ N_3\ H_7\ O_2 = 1$ At. Kreatinin.

Kreatin und Kreatinin, Bestandtheile des Harns des Menschen.

Vergleicht man die Resultate der Analysen des Kreatins und Kreatinins mit der Zusammensetzung der Substanz, welche vor drei Jahren von Pettenkofer **) im Harn entdeckt und von ihm analysirt wurde, so bemerkt man sogleich, dafs beide mit diesem Körper in einer gewissen Beziehung stehen müssen. Dr. Pettenkofer fand, dafs diese Substanz durch die Verbrennung ein Gasgemenge liefert, worin sich auf 8 Vol. Kohlensäure

*) Die zweite Röhre gab :

	75	N auf	187	CO_2
III.	77	„ „	197	„
IV.	79	„ „	207	„
V.	48	„ „	126	„
VI.	70	„ „	200	„
VII.	85	„ „	215	„
	434	„ „	1132	„

$N : CO_2 = 3 : 8.$

**) Annal. der Chem. und Pharm. Bd. LII S. 97.

Digitized by Google

3 Vol. Stickgas befanden, diefs ist dasselbe Verhältnifs, wie im Kreatin und Kreatinin, auf der anderen Seite fand er eine Abweichung in dem Sauerstoff- und Wasserstoffgehalte. Die Substanz im Harn enthält 1 Aeq. Wasser weniger wie das trockene Kreatin, und 1 Aeq. mehr wie das Kreatinin.

Obwohl ich keinen Grund hatte, die Richtigkeit der Analyse des Hrn. Dr. Pettenkofer in Zweifel zu ziehen, so hielt ich es doch für wichtig genug, die Eigenschaften der Substanz aus dem Harn mit denen des Kreatins und Kreatinins zu vergleichen.

Nach der von ihm gegebenen Vorschrift zu ihrer Darstellung, wird frischer Menschenharn mit kohlensaurem Natron neutralisirt, bis zum Auskrystallisiren der Salze abgedampft, alsdann mit Weingeist ausgezogen und mit einer concentrirten Lösung von Chlorzink versetzt; in dieser Mischung setzen sich nach einigen Stunden, oder nach mehrtägigem Stehen, kleine körnige, harte Krystalle, oft in Krusten, ab, welche Chlorzink und einen krystallisirbaren organischen Körper enthalten. Werden diese Krystalle in heifsem Wasser gelöst, mit Barytwasser das Zink gefällt, abgedampft, in Weingeist gelöst, der Baryt durch Schwefelsäure ausgefällt und die weingeistige Flüssigkeit, welche Salzsäure, Schwefelsäure und die organische Substanz enthält, mit Bleioxyd gekocht, so wird dadurch die Schwefelsäure und Salzsäure getrennt, die organische Substanz bleibt im Weingeist gelöst und giebt beim Verdampfen eine krystallinische weifse Masse, welche mit Chlorzinklösung sogleich den ursprünglichen weifsen Niederschlag wieder liefert.

Auf einem einfacheren Wege erhält man, nach meinen Versuchen, diese Substanz aus dem Harn, wenn derselbe mit etwas Kalkmilch neutralisirt und so lange mit einer Lösung von Chlorcalcium versetzt wird, als sich noch phosphorsaurer Kalk abscheidet, die Flüssigkeit filtrirt und bis zum Auskrystallisiren der Salze abgedampft wird. Man trennt sie (ohne Alkohol

Digitized by Google

anzuwenden) von den Salzen und versetzt sie mit einer syrupdicken Lösung von neutralem Chlorzink (auf 1 Pfund des Extractes etwa ½ Unze).

Nach drei bis vier Tagen ist ein grofser Theil der Zinkverbindung in gelben rundlichen, warzenförmigen Körnern auskrystallisirt. Der Absatz wird mit Wasser ausgewaschen, sodann in siedendem Wasser gelöst und dieser Lösung Bleioxydhydrat, bis eine stark alkalische Reaction wahrgenommen wird, zugesetzt. Hierdurch werden Zink und Salzsäure im unauflöslichen Zustande abgeschieden; die Substanz, die damit verbunden war, bleibt in Lösung. Man behandelt diese mit etwas Blutkohle, welche einen gelben Farbstoff und eine Spur Bleioxyd hinwegnimmt und dampft zur Trockene ab.

Nach dem Verfahren von Pettenkofer sowohl, sowie nach dem so eben beschriebenen abgekürzten, wurde ein weifser krystallinischer Körper erhalten, der die gleichen Eigenschaften besafs. Die nähere Untersuchung erwies aber bald, dafs dieser Körper ein Gemenge von zwei in ihrem Verhalten verschiedenen Substanzen ist, die sich durch Alkohol leicht trennen lassen. Die eine derselben löst sich in siedendem Alkohol leicht, die andere sehr schwer auf. Wenn eine Portion davon mit dem acht- bis zehnfachen Gewicht Alkohol erhitzt wird, so bleibt ein Rückstand, oder man erhält eine vollkommene Auflösung, die beim Erkalten Krystalle absetzt; diese Krystalle sind in ihrem Verhalten identisch mit diesem Rückstand. Werden sie von der Mutterlauge getrennt und diese abgedampft, so erhält man daraus eine neue Krystallisation in einer andern Form und von andern Eigenschaften. Der im Rückstand bleibende, oder zuerst krystallisirende Körper enthält Krystallwasser und ist ohne Reaction auf Pflanzenfarben; der andere reagirt in der wässerigen Lösung stark alkalisch, seine Krystalle verwittern nicht, und aus der Analyse dieser beiden Substanzen ergab sich, was die äufsere

Digitized by Google

Form und das chemische Verhalten schon andeutete, dafs der zuerst krystallisirende Körper aus *Kreatin*, der andere aus *Kreatinin* bestand. Das aus dem Harn erhaltene Kreatin lieferte bei der Verbrennung mit Kupferoxyd ein Gasgemenge, worin sich auf 3 Vol. Stickgas 8 Vol. Kohlensäure *) befanden.

0,6085 Grm. verloren bei 100° 0,0775 Grm. Wasser = 12,77 pC.

0,3686 Grm. lieferten 0,500 Grm. Kohlensäure und 0,2348 Grm. Wasser.

Der im Weingeist löslichere Bestandtheil des Pettenkoferschen Körpers gab durch Verbrennung ein Gasgemenge, worin Stickgas und Kohlensäure im Verhältnifs von 280 N auf 740 CO_2 oder von 3 Vol. Stickgas auf 8 Vol. Kohlensäure enthalten war **).

0,3767 Grm. desselben Körpers lieferten ferner 0,589 Grm. Kohlensäure und 0,2112 Grm. Wasser.

Die procentische Zusammensetzung dieser beiden Körper ist demnach :

		Stickgas		Kohlensäure
*) II.	Röhre	72	auf	190
III.	„	78	„	205
IV.	„	74	„	198
V.	„	55	„	202
VI.	„	86	„	177
		365	„	972

3 Vol. N auf 8 Vol. CO_2.

		Stickgas		Kohlensäure
**) II.	Röhre	52	auf	141
III.	„	71	„	189
IV.	„	69	„	183
V.	„	88	„	226
		280	„	740

3 Vol. N auf 8 Vol. CO_2.

Digitized by Google

	Kreatin aus dem Harn	Kreatinin aus dem Harn
Kohlenstoff	36,90	42,64
Stickstoff	32,61	37,41
Wasserstoff	7 07	6,23
Sauerstoff	23,42	13,72
	100,00	100,00.

Vergleicht man diese Zahlen mit denen, welche durch die Analyse des Kreatins aus Fleisch und des daraus dargestellten Kreatinins erhalten wurden, so ergiebt sich, dafs sie in ihrer Zusammensetzung identisch sind, wie denn auch kein Unterschied in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften zwischen beiden wahrnehmbar ist.

Es ist erwähnt worden, dafs die beiden Substanzen, die zu obigen Analysen dienten, aus frischem Menschenharn gewonnen wurden; es schien mir interessant, den Einflufs, den die Fäulnifs des Harns auf diese Körper hat, zu ermitteln.

Wenn man faulen Harn (in welchem also aller Harnstoff in kohlensaures Ammoniak übergegangen ist) mit Kalkmilch so lange kocht, bis sich kein Ammoniak mehr entwickelt, die Flüssigkeit abfiltrirt, bis zur schwachen Syrupconsistenz eindampft und in diesem Zustande mit Chlorzink versetzt, so scheidet sich nach einigen Tagen eine beträchtliche Menge einer gelben, körnigen Verbindung aus, welche Chlor und Zink enthält und durch das Mikroscop nicht unterscheidbar von der Chlorzinkverbindung aus frischem Harne ist. In siedendem Wasser gelöst und durch Bleioxydhydrat mit Blutkohle von dem Chlorzink und Farbstoff befreit, zeigte sich die damit verbundene organische Substanz als reines Kreatinin, ohne alle Beimischung von Kreatin.

In der Fäulnifs des Harns wird demnach das Kreatin zersetzt, während das Kreatinin keine Veränderung erfährt.

Ich halte das Kreatin für einen zufälligen und wechselnden Gemengtheil der Chlorzinkverbindung; eine warme (nicht kochende)

Digitized by Google

wässerige Lösung des Kreatins wird durch Zinkchlorür nicht gefällt, und die daraus sich absetzenden Krystalle sind zink- und chlorfrei und verhalten sich ganz wie reines Kreatin.

Es ist klar, dafs wenn der frische Harn Kreatinin, in Verbindung mit einer Säure, und freies Kreatin enthält, so wird bei der Neutralisation mit einem Alkali das Kreatinin frei werden, und wenn diese Flüssigkeit concentrirt und auf $^1/_{20}$ etwa des ursprünglichen Volums abgedampft ist, so wird durch Zusatz von Zinkchlorür die Kreatininverbindung gefällt werden, aber die Krystalle derselben werden gemengt seyn mit Kreatinkrystallen, sobald die Menge desselben mehr beträgt, als die Flüssigkeit in der Kälte zurückbehalten kann.

Obwohl die Menge des Kreatins und Kreatinins, die man aus dem Harn erhält, nicht beträchtlich ist, so halte ich dennoch ihre Darstellung aus dem Harn für weit bequemer, und besonders für ökonomischer, als ihre Gewinnung aus dem Fleisch, und nach einer der beschriebenen Methoden lassen sich diese Körper leicht in beliebiger Menge erhalten.

Salzsaures Kreatinin. — Das salzsaure Kreatinin, dessen Bereitung ich bereits angegeben habe, löst sich ziemlich leicht in siedendem Alkohol und krystallisirt daraus in kurzen, durchsichtigen, farblosen Prismen, welche in Wasser sehr löslich sind Beim Abdampfen wird es in breiten durchsichtigen Blättern von saurer Reaction erhalten. Eine kochend gesättigte Lösung dieses Salzes in Alkohol, der man bis zum Verschwinden der sauren Reaction Ammoniak zusetzt, liefert beim Erkalten kleine durchsichtige, körnige Krystalle von Kreatinin.

0,4764 Grm. salzsaures Kreatinin lieferten 0,5677 Grm. Kohlensäure und 0,227 Grm. Wasser.

0,542 Grm. lieferten ferner 0,513 Grm. Chlorsilber. Diefs giebt in 100 Theilen :

Digitized by Google

			berechnet	gefunden
8	Aeq. Kohlenstoff	48	32,30	32,48
3	„ Stickstoff	42	28,11	28,27
8	„ Wasserstoff	8	5,35	5,30
2	„ Sauerstoff	16	10,55	10,54
1	„ Chlor	35,4	23,69	23,41
	Atomgewicht	149,4	100,00	100,00.

Kreatininplatinchlorid. — Eine Auflösung von salzsaurem Kreatinin giebt, beim Zusatz von Platinchlorid und gelindem Verdampfen, morgenrothe Säulen von Kreatininplatinchlorid; bei rascher Bildung erhält man dieses Salz in gelbrothen, durchsichtigen Körnern.

0,6086 Grm. dieses Salzes aus Kreatin der Fleischflüssigkeit dargestellt, hinterliefsen nach dem Glühen 0,1858 Grm. Platin.

0,8608 Grm. desselben Salzes, aus der Pettenkofer'schen Zinkverbindung, hinterliefsen 0,2665 Grm. Platin.

Hiernach besteht dieses Doppelsalz aus :

	berechnet	gefunden	
Kreatinin und Salzsäure .	69,05	69,47	69,05
Platin	30,95	30,53	30,95
	100,0	100,00	100,00.

Schwefelsaures Kreatinin. — Eine kochend gesättigte Auflösung von Kreatinin, der man bis zur Erscheinung einer stark sauren Reaction verdünnte Schwefelsäure zugesetzt hat, liefert beim Abdampfen eine weifse Salzmasse, die sich in Alkohol in der Wärme leicht löst. Beim Erkalten trübt sie sich milchig und es setzen sich beim Klarwerden durchsichtige, concentrisch gruppirte, quadratische Tafeln von neutralem, schwefelsaurem Kreatinin ab. Die Krystalle des schwefelsauren Kreatinins bleiben bei 100° klar und durchsichtig.

0,439 Grm. schwefelsaures Kreatinin lieferten 0,315 Grm. schwefelsauren Baryt.

Digitized by Google

0,5655 Grm. desselben Salzes gaben, durch Verbrennung, 0,6085 Grm. Kohlensäure und 0,2563 Grm. Wasser.

Hiernach besteht dieses Salz aus :

			berechnet	gefunden
1 At.	Schwefelsäure	40	24,68	24,65
1 „	Kreatinin: Kohlenstoff	48	29,63	29,33
	Kreatinin: Stickstoff	42	25,92	25,44
1 „	Wasser: Wasserstoff	8	4,94	5,03
	Wasser: Sauerstoff	24	24,68	25,55
1 „	schwefelsaures Kreatinin	162	100,00	100,00.

Sarkosin.

Wenn man einer kochend gesättigten Lösung von Kreatin das zehnfache Gewicht des Kreatins krystallisirtes Barythydrat zusetzt, so bleibt die Auflösung anfänglich klar, beim fortgesetzten Sieden hingegen entwickelt sich reichlich Ammoniak und die Flüssigkeit trübt sich, es setzt sich ein weifses, krystallinisches Pulver an den Wänden ab, welches sich so lange vermehrt, als die Ammoniakentwickelung dauert. Wenn der Zusatz von Barythydrat und Wasser von Zeit zu Zeit erneuert und mit dem Kochen fortgefahren wird, bis keine Ammoniakentwickelung mehr wahrnehmbar ist, so erhält man beim Filtriren eine klare farblose Flüssigkeit, welche freien Aetzbaryt und eine neue organische Basis enthält, die ich mit dem Namen Sarkosin bezeichnen will. Das auf dem Filter bleibende weifse Pulver enthält keine organische Substanz mehr und besteht aus reinem kohlensaurem Baryt.

Schlägt man den überschüssigen Aetzbaryt aus dem Filtrat durch einen Strom kohlensaures Gas nieder und erhitzt zum Sieden, so wird der Baryt von der Basis, welche in Lösung bleibt, abgeschieden und diese giebt, abgedampft, einen Syrup, der beim ruhigen Stehen zu einem Haufwerk von breiten farblosen, durchsichtigen Blättern erstarrt. Für die Darstellung des

Digitized by Google

Sarkosins ist es von Wichtigkeit, ganz reinen Aetzbaryt anzuwenden, derselbe mufs auf einen Kali-, Kalk-, Chlor- oder Salpetersäuregehalt vorher geprüft und davon befreit werden, weil alle diese Verunreinigungen zuletzt bei der neuen Basis zurückbleiben und nur schwer davon zu trennen sind.

Zur Darstellung des reinen Sarkosins ist es zweckmäfsig, dasselbe in schwefelsaures Salz zu verwandeln und daraus die reine Basis wieder darzustellen. Zu diesem Zweck setzt man der durch Abdampfen des Filtrates gewonnenen Basis verdünnte Schwefelsäure bis zur stark sauren Reaction zu, dampft im Wasserbade ab, setzt dem syrupartigen Rückstand Alkohol zu und sucht nun durch Reiben mit einem Glasstab beide mit einander zu mischen. Hierdurch erstarrt das syrupartige schwefelsaure Salz zu einem weifsen krystallinischen Pulver, welches kalt mit Alkohol ausgewaschen, sodann in Wasser gelöst und mit reinem kohlensaurem Baryt erwärmt wird, bis kein Aufbrausen mehr wahrnehmbar und die saure Reaction der Lösung verschwunden ist. Die Flüssigkeit enthält jetzt die reine Basis gelöst, sie wird von dem schwefelsauren und überschüssigen kohlensauren Baryt abfiltrirt, im Wasserbade zum Syrup abgedampft und in diesem Zustande ruhig stehen gelassen, wo sie nach 24 — 36 Stunden krystallisirt.

Die Krystalle des Sarkosins sind gerade rhombische Säulen, an den Enden durch Flächen zugeschärft, welche auf den stumpferen Kanten der rhombischen Säule gerade aufgesetzt sind, also die Combination ∞ p . $\overline{P}$ ∞. Nur die flachen ∞ P spiegelten hinlänglich für eine annähernde Messung; die Winkel dieses Prismas wurden zu 103° und 77° gefunden. Selten, und dann kaum angedeutet, zeigen sich einzelne Flächen von P und o P. Die Krystalle sind farblos, vollkommen durchsichtig und ziemlich grofs, sie sind äufserst löslich in Wasser, sehr schwer in Alkohol und unlöslich in Aether. Bei 100° getrocknet, behalten sie ihr Ansehen, sie schmelzen bei einer etwas höheren

Digitized by Google

Temperatur und verflüchtigen sich ohne Rückstand. Wenn man einige Krystalle von Sarkosin zwischen zwei Uhrgläsern einer Temperatur von 100° längere Zeit aussetzt, so bedeckt sich das obere Glas mit einem Netzwerk von Krystallen von sublimirtem Sarkosin.

Die Analyse des Sarkosins lieferte die folgenden Resultate.

Mit Kupferoxyd verbrannt, erhält man ein Gasgemenge, worin sich 1 Vol. Stickgas auf 6 Vol. Kohlensäure befindet *). Auf 6 Aeq. Kohlenstoff enthält dieser Körper hiernach 1 Aeq. Stickstoff.

0,3843 Grm. Sarkosin lieferten ferner 0,574 Grm. Kohlensäure und 0,2735 Grm. Wasser.

0,3666 Grm. Sarkosin lieferten ferner 0,550 Grm. Kohlensäure und 0,2578 Grm. Wasser.

Diefs giebt für 100 Theile :

		berechnet	gefunden	
6 Aeq.	Kohlenstoff	36	40,45	40,73 40,90
1 „	Stickstoff	14	15,73	15,84 15,90
7 „	Wasserstoff	7	7,86	7,90 7,82
4 „	Sauerstoff	32	35,96	35,53 35,38
Aeq. des Sarkosins		89	100,00	100,00 100,00.

Die wässerige Lösung des Sarkosins ist ohne Wirkung auf Pflanzenfarben, sie besitzt einen süfslich scharfen, etwas metallischen Geschmack, in einer verdünnten Lösung von salpetersaurem Silberoxyd und Sublimat bewirkt sie keine Ver-

---

	Stickstoff	Kohlensäure
*) II.	42	233
III.	38	241
IV.	40	230
V.	40	243
VI.	43	252
	203	1199.

1 Vol. N : 6 Vol. CO_2.

Digitized by Google

änderung. Bringt man hingegen einen Krystall von Sarkosin in eine kalt gesättigte Lösung von Sublimat, so löst er sich sogleich auf und man sieht in kurzer Zeit eine Menge feiner, durchsichtiger Nadeln einer Doppelverbindung enstehen, zu denen, wenn die Menge des Sarkosins nicht zu gering war, die ganze Flüssigkeit erstarrt. Eine Auflösung von essigsaurem Kupferoxyd nimmt, durch Hinzufügen von Sarkosin, eine tief dunkelblaue Farbe, wie durch Ammoniak an, und bei gelindem Verdampfen erhält man eben so gefärbte dünne Blätter eines Doppelsalzes.

Mit Salzsäure abgedampft, erhält man eine weifse Salzmasse, welche aus heifsem Alkohol in kleinen, durchsichtigen Körnern und Nadeln krystallisirt.

Vermischt man eine Auflösung von salzsaurem Sarkosin mit einem Ueberschufs von Platinchlorid, so entsteht kein Niederschlag. Ueberläfst man diese Mischung dem freiwilligen Verdampfen, so bilden sich sehr bald breit gedrückte Octaëder von honiggelber Farbe, die oft ½ Zoll breite Flächen zeigen, welche treppenförmig auf einander sitzen. Mit einer Mischung von Alkohol und Aether läfst sich das überschüssige Platinchlorid leicht hinwegnehmen und die Krystalle können in dieser Weise ganz rein erhalten werden.

Das lufttrockene Sarkosinplatinchlorid verliert bei 100° 6,7 pC. Wasser.

0,4544 Grm. der trockenen Platinverbindung hinterliefsen nach dem Glühen 0,1527 Grm. Platin.

Wenn dieses Salz ähnlich dem Ammoniumplatinchlorid zusammengesetzt ist, so würde es enthalten :

			in 100 Theilen	
			Theorie	Versuch
1 Aeq. Sarkosin	89			
1 „ Salzsäure	36,4	196,2	66,55	66,40
2 „ Chlor	70,8			
1 „ Platin	„	98,7	33,45	33,60
1 Aeq. Sarkosinplatinchlorid		294,9	100,00	100,00.

Digitized by Google

Nach dem Gewichtsverlust im Wasserbade enthält das krystallisirte Doppelsalz 2 Atome = 5,7 pC. Wasser.

Schwefelsaures Sarkosin. — Die Darstellung dieses Salzes ist bereits S. 311 beschrieben worden. Wenn der mit kaltem Alkohol ausgewaschene Rückstand mit der zehn- bis zwölffachen Menge Alkohol gekocht wird, so löst er sich (bis auf Spuren von schwefelsaurem Baryt) auf, und diese Auflösung setzt beim Erkalten durchsichtige, farblose, vierseitige Tafeln von grofsem Glanze ab, welche in ihrem Ansehen kaum von chlorsaurem Kali unterscheidbar sind; sie sind in kaltem Alkohol schwjerig, sehr leicht hingegen in Wasser löslich und krystallisiren aus letzterer Auflösung in grofsen gefiederten Blättern. Die wässerige sowohl, wie die weingeistige Lösung dieses Salzes, reagirt sehr sauer, so dafs sich die Grenze, wo das Auswaschen beendigt ist, nicht bestimmen läfst. Die folgenden Analysen dieses Salzes haben aus diesem Grunde etwas zu viel Schwefelsäure ergeben.

0,6928 Grm. schwefelsaures Sarkosin verloren bei 100° 0,049 Grm. Wasser und gaben 0,5470 Grm. schwefelsauren Baryt = 29,25 des trockenen Salzes.

0,5899 Grm. schwefelsaures Sarkosin verloren 0,0385 Grm. Wasser und gaben 0,4870 Grm. schwefelsauren Baryt = 30,36 Schwefelsäure.

I. Von diesem letzteren Salze lieferten 0,3745 Grm. (nach Abzug der Schwefelsäure 0,2608 Grm.) 0,3475 Grm. Kohlensäure.

II. 0,3388 Grm. desselben Salzes (die Säure abgezogen 0,2389 Grm.) gaben 0,3087 Grm. Kohlensäure und 0,1735 Grm. Wasser.

III. 0,2674 Grm. (nach Abzug der Säure 0,1865 Grm.) gaben 0,2475 Grm. Kohlensäure und 0,138 Grm. Wasser.

Wenn das schwefelsaure Sarkosin, ähnlich den schwefelsauren Salzen anderer organischer Basen zusammengesetzt ist,

Digitized by Google

so enthält es 1 Aeq. Sarkosin in Verbindung mit 1 Aeq. Schwefelsäurehydrat, und man mufs demnach, wenn die Schwefelsäure abgezogen wird, bei Berechnung der Analysen eine Formel erhalten, welche die Elemente des Sarkosins + 1 Aeq. Wasser in sich einschliefst.

Die Formel : C_6 N H_7 O_4 + HO würde in 100 Theilen geben :

			Theorie	Analyse		
6 Aeq.	Kohlenstoff	36	36,73	36,34	35,69	36,28
1 „	Stickstoff	14	„	„	„	„
8 „	Wasserstoff	8	8,16	7,90 *)	8,16	8,25
5 „	Sauerstoff	40	„	„	„	„
		98.				

Nach dem Gewichtsverluste, welchen das schwefelsaure Salz bei 100° erleidet, enthält dieses Salz 1 At. Krystallwasser = 6,1 pC.

Das schwefelsaure Sarkosin besteht aus :

		bei 100°	gefunden	
1 Aeq.	Schwefelsäure	40	28,89	29,25	30,36
1 „	Wasser	8	71,11	70,75	69,64
1 „	Sarkosin	89			
Atomgewicht des Sarkosins		137	100,00	100,00	100,00.

Ich habe zu meinem Bedauern meine Versuche über diese interessante Basis aus Mangel an Material nicht weiter vervielfältigen können, aber ich glaube, dafs man über ihre Zusammensetzung und ihr Atomgewicht nicht zweifelhaft seyn kann.

Nach der obigen Formel des Sarkosins erklärt sich seine Entstehung aus dem Kreatin auf eine befriedigende Weise.

---

*) Der Wasserstoffgehalt fiel in dieser Analyse etwas zu niedrig aus, was daher kam, dafs das Salz beim Mischen mit chromsaurem Bleioxyd zersetzt und das Wasser der Schwefelsäure in Freiheit gesetzt wird, von dem ein Theil beim Auspumpen verloren ging.

Digitized by Google

Zieht man von den Elementen des krystallisirten Kreatins die des Sarkosius ab, so bleibt eine Formel, welche genau der Zusammensetzung des Harnstoffs entspricht :

1 Aeq. Kreatin $C_8\ N_3\ H_{11}\ O_6$, hiervon ab
1 „ Sarkosin $C_6\ N\ H_7\ O_4$
bleibt Harnstoff $C_2\ N_2\ H_4\ O_2$.

Es ist hiernach klar, dafs bei der Zersetzung des Kreatins durch Baryt Kohlensäure und Ammoniak secundäre Zersetzungsproducte sind, welche der Zerlegung des Harnstoffs ihre Entstehung verdanken; es hat sich in der That gezeigt, dafs eine Auflösung von Harnstoff in Barytwasser beim anhaltenden Sieden unter denselben Erscheinungen in kohlensauren Baryt und Ammoniak zerfällt. Ich habe zuletzt gefunden, dafs in der Flüssigkeit vor der beendigten Zersetzung des Kreatins durch Baryt, Harnstoff zugegen ist. Unterbricht man die Einwirkung zu dem Zeitpunkte, wo die Ammoniakentwickelung am stärksten ist, schlägt den freien Baryt durch Kohlensäure nieder, dampft zur Trockene ab und setzt dem Rückstand Salpetersäure zu, so erhält man eine krystallinische Masse, welche nach dem Pressen zwischen Fliefspapier mit Alkohol behandelt, an diesen salpetersauren Harnstoff abgiebt. Wird die alkoholische Lösung mit etwas Bleioxydhydrat erwärmt, so scheidet sich salpetersaures Bleioxyd ab und die Flüssigkeit giebt nach dem Abdampfen farblose Säulen, deren concentrirte wässerige Lösung durch Oxalsäure sogleich krystallinisch gefällt wird; beim Erhitzen schmelzen diese Krystalle leicht, entwickeln Ammoniak und hinterlassen einen weifsen Rückstand, der bei weiterem Erhitzen unter Entwickelung von Cyansäurehydrat verschwindet.

Nach der für das Sarkosin festgesetzten Formel enthält es dieselben Elemente und in dem nämlichen relativen Verhältnifs wie das von Pelouze entdeckte Lactamid, und wie das von Dumas entdeckte Urethan, aber schon die Unslöslichkeit des

Digitized by Google

Sarkosins in Aether und Alkohol unterscheidet es hinlänglich von diesen beiden Substanzen.

Sarkosin und Harnstoff sind übrigens nicht die einzigen Producte der Zersetzung des Kreatins durch Baryt. Wenn man nämlich dem Alkohol, aus welchem das schwefelsaure Sarkosin krystallisirt ist, Wasser zusetzt, mit kohlensaurem Baryt neutralisirt und die neutrale Flüssigkeit bis zur schwachen Syrupconsistenz abdampft, so setzen sich daraus, lange vor dem Punkte, wo das Sarkosin krystallisiren würde, farblose lange Säulen oder Blätter ab, welche eine sehr schwach saure Reaction besitzen, und die ich defshalb anfänglich für eine Säure hielt, allein sie schmelzen und verflüchtigen sich, ohne einen Rückstand von Baryt zu hinterlassen; sie lösen sich leicht in Wasser und Alkohol und sind in etwa 30 Thln. Aether ebenfalls löslich; die wässerige Lösung bringt in Silbersalzen, Sublimat, essigsaurem Bleioxyd, in Kalk- und Barytsalzen keinen Niederschlag hervor; ich habe leider keine zu einer Analyse reichende Menge dieser Substanz erhalten, um entscheiden zu können, ob dieser Körper seiner Zusammensetzung nach dem Urethan entspricht, mit dem derselbe viele Aehnlichkeit besitzt.

Inosinsäure.

Wenn man die Mutterlauge der Fleischflüssigkeit, nachdem alles Kreatin auskrystallisirt ist, etwas weiter abdampft und dann allmälig mit kleinen Portionen Alkohol versetzt, bis dafs sie sich milchig trübt, so setzen sich aus dieser Mischung, wenn sie einige Tage ruhig stehen bleibt, gelbe oder weifse, körnige, blättrige oder nadelförmige Krystalle ab, die sich, wiewohl langsam, von der dicklichgewordenen Mutterlauge abfiltriren und durch Alkohol auswaschen lassen.

Diese Krystalle bestehen aus einem Gemenge von vielerlei Stoffen, unter denen Kreatin niemals fehlt. War durch den Zusatz von Barytwasser nicht alle Phosphorsäure aus der Fleisch-

Digitized by Google

flüssigkeit ausgefällt, so enthält der Absatz phosphorsaure Bittererde, der Hauptbestandtheil derselben ist aber ein Kali- oder ein Barytsalz einer neuen Säure, die ich mit dem Namen *Inosinsäure* bezeichnen will.

War der Zusatz von Baryt genau hinreichend, um die Phosphorsäure auszufällen, so enthalten die Krystalle inosinsaures Kali, war Baryt überschüssig, so bestehen sie aus inosinsaurem Baryt, oder aus einem Gemenge beider Salze.

Um die Säure für sich darzustellen, löst man den Absatz in heifsem Wasser und setzt eine Auflösung von Chlorbarium zu dieser Lösung; man erhält alsdann nach dem Erkalten Krystalle von inosinsaurem Baryt, die nach einer zweiten Krystallisation vollkommen rein sind.

Die Inosinsäure läfst sich aus dem Barytsalz und dem Kupfersalz leicht rein darstellen, aus dem ersteren durch Ausfällen des Baryts mit verdünnter Schwefelsäure, aus dem anderen durch Zersetzung mit Schwefelwasserstoffsäure.

Die durch Zersetzung des Kupfersalzes erhaltene Flüssigkeit ist meistens durch aufgeschlämmtes Schwefelkupfer trübe und von brauner Farbe, aber durch etwas Blutkohle erhält man sie farblos.

Die in beiden Fällen erhaltene verdünnte Inosinsäure reagirt stark sauer und besitzt einen angenehmen, fleischbrühartigen Geschmack; abgedampft, hinterläfst sie einen Syrup, der nach wochenlangem Stehen keine Spur von Krystallisation zeigt; wird derselbe mit Alkohol behandelt, so verwandelt sich die dicke Flüssigkeit in eine pulverige, feste, harte Masse, von der sich nur Spuren in Alkohol lösen; aus einer concentrirten wässerigen Lösung wird die Säure durch Alkohol in weifsen, nicht krystallinischen Flocken niedergeschlagen, sie ist nicht in Aether löslich.

Die mir zu Gebote stehende Menge der Säure reichte zur Analyse derselben nicht hin, aber die des Barytsalzes giebt über ihre Zusammensetzung hinreichenden Aufschlufs.

Digitized by Google

0,312 Grm. bei 100° getrocknetes Barytsalz lieferten, mit Kalknatron geglüht, 0,565 Grm. Platinsalmiak = 11,370 pC. Stickstoff.

Die Verbrennung des Kupfersalzes lieferte ein Gasgemenge, worin sich auf 137 Vol. Stickgas 673 Vol. Kohlensäure befanden; es ergiebt sich aus dieser qualitativen Analyse, dafs die Inosinsäure auf 5 Aeq. Kohlenstoff 1 Aeq. Stickstoff enthält *).

0,4493 Grm. trockenes Barytsalz lieferte 0,2043 Grm. schwefelsauren Baryt = 30,07 Baryt.

0,5430 Grm. trockenes Barytsalz lieferte 0,2546 Grm. schwefelsauren Baryt = 30,75 Baryt.

0,4248 Grm. mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt, lieferten 0,381 Grm. Kohlensäure und 0,101 Grm. Wasser.

0,4178 Grm. mit chromsaurem Bleioxyd verbrannt, lieferten 0,380 Grm. Kohlensäure und 0,0975 Grm. Wasser.

Hiernach enthält das trockene Barytsalz :

			berechnet	gefunden	
10 Aeq.	Kohlenstoff	60	23,96	24,46	24,80
2 „	Stickstoff	28	11,18	11,37	11,37
6 „	Wasserstoff	6	2,40	2,64	2,59
10 „	Sauerstoff	80	31,95	31,12	30,83
1 „	Baryt	76,4	30,51	30,41	30,41
Aeq. des inosinsauren Baryts		250,4	100,00	100,00	100,00.

Nach Abzug des Baryts enthält die damit verbundene wasserfreie Säure :

---

*) Die II. Röhre gab

	Stickstoff	Kohlensäure
„ III. „ „	49	235
„ IV. „ „	45	245
	42,5	193,5
	136,5	673,5

$N : CO_2 = 1 : 5.$

Digitized by Google

10 Aeq. Kohlenstoff
2 » Stickstoff
6 » Wasserstoff
10 „ Sauerstoff.

Denkt man sich den Baryt in diesem Salze durch 1 Aeq. Wasser vertreten, so ist die Formel der Inosinsäure :

$$C_{10}\ N_2\ H_7\ O_{11}.$$

Inosinsaure Salze. — Die freie Inosinsäure bringt in Kalk und Barytwasser keinen Niederschlag hervor, aber bei ruhigem Stehen und Verdampfen an der Luft bilden sich in diesen Mischungen durchsichtige, perlmutterglänzende Blättchen von inosinsaurem Kalk und Baryt. Die freie Säure sowohl, wie die löslichen Salze derselben, fällen essigsaures Kupferoxyd; es entsteht ein schön grünblauer Niederschlag, der selbst in siedendem Wasser nicht löslich ist und beim Kochen damit sich nicht schwärzt. Silbersalze werden durch inosinsaure Salze weifs gefällt, der Niederschlag ist gelatinös, von dem Ansehen des Thonerdehydrats und löst sich in Salpetersäure und Ammoniak. In Bleisalzen bringt die Inosinsäure einen weifsen Niederschlag hervor. Die Salze der Inosinsäure mit alkalischen Basen werden beim Erhitzen auf einem Platinblech zersetzt und verbreiten einen starken und angenehmen Geruch nach gebratenem Fleisch.

Inosinsaures Kali. — Dieses Salz erhält man aus dem Barytsalz durch vorsichtige Ausfällung des Baryts mittelst kohlensaurem Kali, sowie direct aus der Fleischflüssigkeit (siehe S. 318). Es ist in Wasser sehr löslich und krystallisirt daraus in feinen, vierseitigen, langen Prismen; es ist unlöslich in Alkohol und wird davon schon aus verdünnten Lösungen in der Form eines körnigen Pulvers gefällt. Durch Zusatz von Alkohol zu einer mäfsig concentrirten Auflösung des Kalisalzes gerinnt dieselbe zu einem Brei von feinen, perlmutterglänzenden Blättchen. Die folgende Kalibestimmung ist mit einem Salze gemacht, welches direct aus der Fleischflüssigkeit erhalten worden war. Zur

Digitized by Google

Analyse wurde das Kalisalz in Wasser gelöst und mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt; der Niederschlag wurde ausgewaschen und das Kali aus der Waschflüssigkeit in der Form von salpetersaurem Kali bestimmt.

0,4484 Grm. inosinsaures Kali verloren bei 100° 0,0987 Grm. Wasser = 22,02 pC.

0,3495 Grm. des getrockneten Salzes lieferten 0,156 Grm. Salpeter.

Der Rechnung nach besteht das trockene Salz in 100 Theilen aus :

			gefunden
1 At. Inosinsäure	174	78,7	79,27
1 „ Kali	47,2	21,3	20,73
	221,2	100,0	100,00.

Nach dem bei 100° statt findenden Verlust enthält das Salz 7 Atome, entsprechend 22,5 pC. Krystallwasser.

Inosinsaures Natron krystallisirt in feinen, seidenglänzenden Nadeln, ist in Wasser äufserst leicht, in Alkohol unlöslich.

Inosinsaurer Baryt. — Dieses Salz löst sich sehr schwer in kaltem Wasser, leichter in heifsem, und ist unlöslich im Alkohol. 1000 Thle. Wasser lösen bei 16° 2,5 Thle. inosinsauren Baryt. Bei seiner Lösung in heifsem Wasser bietet es eine ähnliche Eigenthümlichkeit dar, wie der phosphorweinsaure Baryt; wenn eine bei etwa 70° gesättigte wässerige Lösung zum Sieden erhitzt wird, so schlägt sich ein Theil des Salzes in Gestalt einer harzähnlichen Masse nieder, und während Wasser von 60 — 70° eine Portion dieses Salzes löst, bleibt bei Anwendung derselben Menge siedenden Wassers stets ein Theil des Salzes ungelöst, und dieser Rückstand erleidet bei längerem Sieden mit Wasser eine Veränderung, wodurch er seine Löslichkeit auch in minder heifsem Wasser verliert.

Die Krystalle des Barytsalzes stellen längliche, vierseitige Blättchen von Perlmutterglanz dar; getrocknet sieht es aus wie

Digitized by Google

polirtes Silber; bei 100° verlieren die Krystalle Wasser und werden matt und undurchsichtig; in trockener Luft verwittern sie leicht.

0,555 Grm. krystallisirtes Barytsalz verloren bei 100° 0,1059 Grm. Wasser.

1,060 Grm. krystallisirtes Barytsalz verloren bei 100° 0,2020 Grm. Wasser.

Diefs giebt für 100 Thle. Salz 19,07 Thle. Wasser. Enthielte das Barytsalz wie das Kalisalz 7 At. Wasser, so würde es beim Trocknen 20 pC. Wasser verloren haben.

Inosinsaures Kupferoxyd. — Dieses Salz stellt, getrocknet, ein hellblaues, nicht krystallinisches Pulver dar; es ist in der gewöhnlichen Bedeutung unlöslich in Wasser, dasselbe löst nur so viel davon auf, dafs durch Blutlaugensalz in dieser Lösung eine schwache Röthung hervorgebracht wird, so wie sie etwa Kupfersalze bei ihrer $^1/_{500,000}$fachen Verdünnung zeigen; es ist nicht löslich in Essigsäure, leicht in Ammoniak mit blauer Farbe.

Inosinsaures Silberoxyd. — Der durch lösliche inosinsaure Salze in Silbersalzen entstehende gelatinöse Niederschlag ist in reinem Wasser etwas löslich, weniger in Wasser, welches salpetersaures Silberoxyd enthält; es schwärzt sich nicht, oder nur sehr unbedeutend im Lichte.

Der bei der Analyse des Kalisalzes (S. 321) erhaltene Niederschlag wurde mit Schwefelwasserstoff zersetzt und das erhaltene Schwefelsilber in Chlorsilber verwandelt. 0,3495 Grm. trockenes Kalisalz lieferten in dieser Weise 0,216 Grm. Chlorsilber, entsprechend von 100 Thln. Kalisalz 49,99 pC. Silberoxyd. Wenn das Silbersalz dem Kalisalz proportional zusammengesetzt ist, so würden 100 Thle. Kalisalz 51,02 pC. Silberoxyd haben liefern müssen; es sind, wie bemerkt, 50 pC. erhalten worden. Diese Abweichung ist bedeutend, aber bei der Vornahme so vieler Operationen mit einer und derselben Menge Substanz, sind Fehler dieser Art unvermeidlich. Ich verberge

Digitized by Google

mir nicht, wie viel die Untersuchung der Inosinsäure und ihrer Salze zu wünschen übrig läfst, aber das Fleisch enthält nur sehr kleine Mengen dieser Substanzen, von denen ein grofser Theil für die Ermittelung ihrer Natur und Eigenschaften geopfert werden mufste.

Die Inosinsäure scheint ihrer Zusammensetzung nach zu den gepaarten Säuren zu gehören; als Hydrat gedacht, enthält sie die Elemente der wasserfreien Essigsäure, der Oxalsäure und des Harnstoffs:

Essigsäure	C_4		H_3	O_3
Oxalsäure	C_4			O_6
Harnstoff	C_2	N_2	H_4	O_2
Inosinsäurehydrat	C_{10}	N_2	H_7	O_{11}.

Wenn man die Säure mit etwas Bleihyperoxyd unter Zusatz von verdünnter Schwefelsäure erwärmt, so verliert das Bleihyperoxyd seine braune Farbe und wird weifs, die abfiltrirte Flüssigkeit von der überschüssigen Schwefelsäure befreit, setzt beim Verdampfen nadelförmige Krystalle ab; im concentrirten Zustande mit Salpetersäure vermischt, entsteht keine Fällung, aber man erhält beim Verdampfen kleine farblose, körnige Krystalle, die ich der geringen Menge Säure wegen, welche zu diesem Versuche diente, nicht näher untersuchen konnte.

Auf die Gewinnung der inosinsauren Salze aus der Fleischflüssigkeit hat die Temperatur, bei welcher die Fleischflüssigkeit abgedampft wird, einen grofsen Einflufs. Ich habe in manchen Fällen, wo die Abdampftemperatur 100° nie überstieg, keine Spur inosinsaures Kali oder Baryt erhalten, während Fleischflüssigkeit von demselben Thier ziemlich reichliche Mengen lieferte, wenn während des Abdampfens ein starker Luftstrom über die Oberfläche der Flüssigkeit geleitet und dadurch ihre Temperatur auf etwa 50 — 60° erhalten wurde.

Digitized by Google

Kreatinin, ein Bestandtheil der Muskeln.

Versetzt man die Fleischflüssigkeit, aus der durch Alkohol die inosinsauren Salze ausgefällt wurden, mit einer neuen Portion Alkohol, so trennt sie sich nach dem Zusatz von etwa dem fünffachen Volum in zwei Schichten, von denen eine dicke syrupartige, von bräunlichgelber Farbe, welche etwa den zwanzigsten Theil der anderen beträgt, den Boden des Gefäfses einnimmt. Werden beide Schichten durch Schütteln mit einander gemischt, so tritt in der Ruhe dieselbe Scheidung wieder ein.

In der schweren, syrupartigen, bilden sich bei einer Temperatur von — 5° sehr bald eine Menge durchsichtiger, farbloser, vierseitiger Prismen, die in der Untersuchung als reines Chlorkalium erkannt wurden, sie schmolzen beim Erhitzen, ohne sich zu schwärzen, ihre wässerige Lösung fällte das salpetersaure Silberoxyd und gab mit Platinchlorid einen gelben Niederschlag, und in der mit Alkohol versetzten Mutterlauge zeigte sich keine Spur von Platinchloridnatrium.

Wird die leichtere Flüssigkeit von der schwereren, syrupartigen, durch Abgiefsen getrennt und letztere sodann mit ihrem Volum gewöhnlichem Aether versetzt, so entsteht eine milchige Trübung und es tritt in der Ruhe eine neue Scheidung ein.

Auf dem Boden des Gefäfses sammelt sich eine bernsteingelbe, syrupdicke Flüssigkeit, von der sich die darüberschwimmende leichtere, ätherhaltige, durch Abgiefsen leicht trennen läfst. Die schwerere besteht beinahe ganz aus milchsaurem Kali; die leichtere enthält ebenfalls eine gewisse Menge dieses Salzes, aber der Hauptbestandtheil derselben ist eine organische Basis, die in ihren Eigenschaften und ihrer Zusammensetzung sich als identisch mit Kreatinin erwiesen hat.

Wird die äther- und alkoholhaltige Flüssigkeit abdestillirt und der Rückstand bis zur schwachen Sÿrupconsistenz abge-

Digitized by Google

dampft, so erstarrt derselbe nach dem Erkalten zu einer Masse von feinen, blätterigen Krystallen, die sich bei Verdünnung mit Alkohol von der Mutterlauge abfiltriren lassen. Wenn diese Krystalle mit etwas Alkohol ausgewaschen, getrocknet und in siedendem Alkohol gelöst werden, so scheiden sich sogleich nach dem Erkalten dieser Lösung Krystalle ab, welche dieselbe Krystallform und alle Eigenschaften des Kreatins besitzen; sie verlieren bei 100° ihren Glanz, werden matt und verlieren 12 pC. Wasser. Die Mutterlauge giebt bei gelindem Verdampfen gelblich gefärbte vierseitige Tafeln. Mit etwas Bleioxydhydrat und Blutkohle behandelt, werden die Krystalle vollkommen farblos; ihre wässerige Lösung reagirt stark alkalisch, in salpetersaurem Silberoxyd, Sublimat und Chlorzink bringt sie einen weifsen krystallinischen Niederschlag hervor, mit Salzsäure und Platinchlorid versetzt, erhält man gelbe Krystalle von der Form und allen Eigenschaften des Kreatininplatinchlorids.

Von diesem Platinsalz hinterliefsen 0,3728 Grm. nach dem Glühen 0,1153 Grm. Platin = 30,92 pC. Diefs ist derselbe Platingehalt, wie im Kreatininplatinchlorid.

Eine Portion des Platinsalzes mit Kupferoxyd verbrannt, lieferte ein Gasgemenge, worin sich auf 3 Vol. Stickgas 8 Vol. Kohlensäure befanden *).

Diefs ist dasselbe Verhältnifs wie im Kreatinin.

0,1513 Grm. der trockenen Krystalle lieferten 0,2316 Grm. Kohlensäure und 0,0865 Grm. Wasser.

Hiernach besteht dieser Körper in 100 Theilen aus :

		Stickstoff	Kohlensäure
*) II.	Röhre	60	156
III.	„	66	176
IV.	„	79	211
		205	543

N : C = 3 : 8.

Digitized by Google

Kohlenstoff 41,7
Stickstoff „
Wasserstoff 6,23
Sauerstoff „

Diese Resultate lassen über die Natur dieses Körpers und über das Vorkommen des Kreatinins im Organismus keinen Zweifel zu. Der Einwurf, dafs sich das Kreatinin durch die Einwirkung der freien Säure der Fleischflüssigkeit auf das Kreatin in der kurzen Zeit des zur Coagulation des Albumins nöthigen Erhitzens hätte bilden können, erledigt sich von selbst schon durch den Kreatiningehalt des neutralisirten Harns und durch die Thatsache, dafs das Kreatin selbst in Mineralsäuren von weit gröfserer Concentration, als die Säure in der Fleischflüssigkeit besitzt, aufgelöst und längere Zeit im Sieden erhalten werden kann, ohne die mindeste Veränderung zu erleiden.

Jetzt, wo die Natur dieser Substanz, welche ich anfänglich für eine Basis eigner Art hielt, erkannt ist, bedarf man der Umwege nicht, die ich einschlagen mufste, um bei ihrer Darstellung jede fremde chemische Action fern zu halten. Wenn man die Mutterlauge, aus der sich die inosinsauren Salze abgesetzt haben, im Wasserbade abdampft und mit kochendem Weingeist behandelt, so geht alles Kreatinin in Auflösung über; wird diese mit einer Auflösung von Zinkchlorür versetzt, so schlägt sich sogleich, oder nach einigen Stunden, die von Pettenkofer entdeckte Chlorzinkverbindung krystallinisch nieder, aus der sich durch einfache Behandlung mit Bleioxydhydrat das reine Kreatinin erhalten läfst.

Milchsäure.

Wenn die Flüssigkeit, aus welcher sich die inosinsauren Salze abgesetzt haben, im Wasserbade abgedampft und der Rückstand mit Alkohol behandelt wird, so gehen alle milchsaure Salze in die Lösung über. Wird die Alkohollösung von dem

Digitized by Google

darin unlöslichen Syrup getrennt und der Alkohol durch Verdampfen entfernt, so bleibt ein gelber Syrup, der nach acht bis zehn Tagen zu einer weichen, krystallinischen Masse erstarrt; die Krystalle, die sich darin bilden, bestehen aus Kreatinin, Kreatin und dem Kalisalz einer stickstoffhaltigen Säure, die in ihren Eigenschaften von der Inosinsäure abweicht, sie sind umgeben von einer Mutterlauge, deren Hauptbestandtheil nicht krystallisirbares, milchsaures Kali ist.

Zur Darstellung der Milchsäure mischt man die dicke Masse mit einem gleichen Volum verdünnter Schwefelsäure (aus 1 Vol. concentrirter und 2 Vol. Wasser gemischt) oder mit einer Auflösung von Oxalsäure von gleicher Stärke, von letzterer so viel, dafs ein krystallinischer Absatz entsteht und versetzt dieses Gemisch gleich darauf mit dem drei- bis vierfachen Volum Alkohol.

Durch den Zusatz von Alkohol wird das schwefelsaure und saure oxalsaure Kali gefällt, die Milchsäure bleibt in Auflösung; man vermischt nun diese Flüssigkeit mit Aether, bis durch einen neuen Zusatz keine Trübung mehr entsteht, scheidet die Lösung von dem Absatz durch Filtration, destillirt den Aether und Alkohol ab und concentrirt den Rückstand im Wasserbade, bis er eine Syrupconsistenz angenommen hat. Diesen Syrup behandelt man auf's Neue mit einer Mischung von Alkohol und Aether; man setzt zuerst etwa ½ Volum Alkohol und dann das fünffache Volum Aether zu, wodurch man eine beinahe reine Auflösung von Milchsäure in Aether erhält. Der Aether wird sodann durch Verdunstung entfernt und der Rückstand mit Kalkmilch gemischt, bis stark alkalische Reaction eintritt, filtrirt und die Lösung des milchsauren Kalks an einem warmen Orte stehen gelassen, wo sie bald zu einer Masse von Krystallen erstarrt, welche an sich farblos und weifs sind, aber durch die anhängende Mutterlauge gelb gefärbt erscheinen. Man verdünnt die Masse mit Alkohol, wirft den Brei auf ein Filter und verdrängt

Digitized by Google

die Mutterlauge durch Auswaschen mit Alkohol, bis dafs die Krystalle vollkommen weifs sind. Zur Scheidung von eingemengtem Gyps löst man sie in Weingeist von 60 pC., filtrirt, behandelt die Flüssigkeit, wenn sie gefärbt ist, mit etwas Blutkohle und dampft ab, wo man dann leicht vollkommen reinen milchsauren Kalk durch Krystallisation daraus erhält.

Aus allen Fleischsorten, bis auf Fischfleisch, läfst sich nach diesem Verfahren milchsaurer Kalk erhalten, aber die Behandlung des Fischfleisches macht eine Abänderung nöthig. Die Fleischflüssigkeit, welche z. B. aus Hechtfleisch erhalten wird, dampft man zur Syrupconsistenz ab und vermischt sie mit einer Auflösung von Gerbsäure in Wasser, wodurch ein dicker, gelblichweifser, in der Wärme pechartig zusammenfliefsender Niederschlag gebildet wird; die davon getrennte Flüssigkeit wird im concentrirten Zustande ganz wie oben angegeben, mit Schwefelsäure oder Oxalsäure behandelt, und man behält zuletzt in ätherischer Lösung ein Gemenge von Gallussäure (durch Oxydation der Gerbsäure gebildet) und Milchsäure, aus der die Gallussäure noch bei Entfernung des Aethers zum Theil auskrystallisirt. Ohne diese Krystalle zu trennen, sättigt man das Säuregemenge mit Kalkmilch, filtrirt die Flüssigkeit von dem sich tief dunkelbraun oder schwarz färbenden Rückstand ab, behandelt dieselbe, wenn sie gefärbt ist, mit Blutkohle und dampft sie zur Krystallisation ein, wo nach einiger Zeit milchsaurer Kalk von vollkommener Weifse auskrystallisirt.

Wenn aus dem reinen Kalksalze der Kalk durch Schwefelsäure ausgefällt, die Flüssigkeit im Wasserbade abgedampft und das, was zurückbleibt, mit Aether behandelt wird, so löst dieser die reine Milchsäure auf, aus der sich jetzt jedes beliebige andere milchsaure Salz darstellen läfst.

1,276 Grm. Kalksalz verloren bei 100° 0,323 Grm. Wasser = 25,3 pC.

Digitized by Google

1,4735 Grm. Kalksalz verloren bei 100° 0,3805 Grm. Wasser = 25,8 pC.

0,4900	Grm.	Kalksalz	(vom	Huhn)	0.2195	kohlens. Kalk	=25,53 pC.
0,4870	„	„	(„	Pferd)	0,2245	„ „	=25,81 „
0,5377	„	„	(„	Fuchs)	0,2452	„ „	=25,54 „
0,1805	„	„	(„	Hecht)	0,0830	„ „	=25,74 „

Mittel 25,65 „

Der milchsaure Kalk enthält in 100 Theilen :

				gefunden			
				I.	II.	III.	IV.
1 At.	Milchsäure	81	74,32	74,47	74,19	74,46	74,26
1 „	Kalk	28	25,68	25,53	25,81	25,54	25,74
		109.					

Der krystallisirte milchsaure Kalk enthält :

					gefunden	
1 At.	milchsaurer Kalk	109	75,18		74,7	74,2
4 „	Wasser	36	24,82		25,3	25,8
		145	100,00	100,0		100,0.

0,274 Grm. Kalksalz (Ochs) lieferten durch Verbrennung mit chromsaurem Bleioxyd 0,3335 Grm. Kohlensaure und 0,1152 Grm. Wasser.

0,6420 Grm. Kalksalz (Fuchs) lieferten 0,766 Grm. Kohlensäure und 0,274 Grm. Wasser.

Der milchsaure Kalk enthält in 100 Theilen :

					gefunden	
6 Aeq.	Kohlenstoff	36	33,02		33,11	32,54
5 „	Wasserstoff	5	4,59		4,66	4,70
5 „	Sauerstoff	40	36,71		36,58	37,11
1 „	Kalk	28	25,68		25,65	25,65
		109	100,00	100,00		100,00.

Das aus dem Fleische erhaltene milchsaure Zinksalz lieferte:

0,499 Grm. Zinksalz verloren bei 100° 0,068 Wasser = 13,6 pC.
1,3295 „ „ „ „ „ 0,1775 „ = 13,3 „

Mittel 13,4 „

Digitized by Google

0,564 Grm. krystallisirtes Zinksalz hinterliefsen nach dem Glühen 0,1645 Grm. Zinkoxyd = 29,16 pC.

0,3158 Grm. trokenes Zinksalz hinterliefsen 0,1052 Grm. = 33,31 pC. Zinkoxyd.

0,5690 Grm. lieferten durch Verbrennung 0,6125 Grm. Kohlensäure und 0.213 Grm. Wasser.

0,2260 Grm. lieferten durch Verbrennung 0,244 Grm. Kohlensäure und 0,0838 Grm. Wasser.

Das krystallisirte milchsaure Zinkoxyd enthält *) :

			gefunden
1 Aeq. Milchsäure	81	58,07	57,54
1 „ Zinkoxyd	40,5	29,03	29,16
2 „ Wasser	18	12,90	13,40
	139,5	100,00	100,00.

Den Elementen nach besteht das trockene milchsaure Zinkoxyd aus :

			gefunden	
6 Aeq. Kohlenstoff	36	29,63	29,35	29,44
5 „ Wasserstoff	5	4,11	4,16	4,12
5 „ Sauerstoff	40	32,93	33,18	33,13
1 „ Zinkoxyd	40,5	33,33	33,31	33,31
	121,5	100,00	100,00	100,00.

Aus diesen Analysen ergiebt sich mit Evidenz, dafs die in dem Organismus der Thiere vorkommende stickstofffreie Säure

*) Nach Hrn. Engelhard und Maddrell's Untersuchung enthält der milchsaure Kalk (nach Fremy's Verfahren dargestellt) fünf (=29 pC.) und das Zinksalz drei Aequivalente (= 18 pC.) Krystallwasser; es ist möglich, dafs die Abweichung in dem Wassergehalt dieser beiden aus dem Fleische dargestellten Salze darauf beruht, dafs letztere durch Verdampfen und nicht durch Abkühlung krystallisirt erhalten wurden.

Digitized by Google

identisch mit der Säure ist, welche in der Milch beim Sauerwerden entsteht und in welche Milchzucker, Amylon, Traubenzucker und Rohrzucker bei Berührung mit in Zersetzung begriffenen Thiersubstanzen übergeführt werden *).

Die unorganischen Bestandtheile der Fleischflüssigkeit.

Es ist bereits von Chevreul die auffallend grofse Menge von anorganischen Materien, welche die Fleischbrühe vom Ochsen enthält, hervorgehoben worden; sie machten in seiner Untersuchung etwas mehr als den vierten Theil von dem Gewichte der beim Kochen des Fleisches in die Fleischbrühe übergehenden Stoffe aus. Von den von ihm durch Einäscherung erhaltenen Salzen wurden 81 pC. in Wasser gelöst, der unlösliche Bestandtheil der Asche bestand aus 5,77 phosphorsaurem Kalk und 13,23 Bittererde.

Wie man leicht bemerkt, sind die Salze mit alkalischen Basen die überwiegenden Bestandtheile der Fleischflüssigkeit; phosphorsaurer Kalk macht im Verhältnifs zu diesem und zur Bittererde die kleinste Menge aus.

Da man nun mit einer, der Gewifsheit nahen Wahrscheinlichkeit voraussetzen kann, dafs in einer so vollkommenen Maschine, wie der thierische Organismus ist, ein jeder Theil seine Bedeutung hat, so habe ich es für wichtig genug gehalten, einige Versuche über die Natur der in der Fleischflüssigkeit vorkommenden Mineralsäuren und alkalischen Basen und ihr gegenseitiges Verhältnifs anzustellen, die, so unvollständig sie auch sind, zu Anhaltspunkten für künftige Forschungen dienen dürften.

---

*) Nach den neuesten Untersuchungen von Maddrell und Engelhard ist die Milchsäure eine zweibasische Säure, sie bildet ein saures Salz mit Baryt, und ihre Formel mufs hiernach verdoppelt werden.

Digitized by Google

Der mit Form begabte Bestandtheil ist aus formlosen entstanden und kehrt in formlose zurück, und es sind diese letzteren vorzugsweise, mit welchen die Forschung beginnen mufs, und wenn durch die Untersuchung der Beweis geführt werden kann, dafs gewisse anorganische Bestandtheile in der Fleischflüssigkeit aller Thiere vorkommen und niemals darin fehlen, so mufs daraus gefolgert werden, dafs sie zu der Funktion der Muskeln, dieser höchst entwickelten Theile des Körpers, nothwendig sind, so wie auf der anderen Seite eine Abweichung in ihren relativen Verhältnissen auf eine Abweichung in irgend einer vitalen Thätigkeit schliefsen läfst.

Wenn die Fleischflüssigkeit ohne allen Zusatz von Baryt abgedampft wird, so nimmt sie, auch wenn die Temperatur 50° nicht übersteigt, zuletzt eine braune Farbe und einen Bratengeschmack an und hinterläfst nach dem Glühen eine Asche, die sich, wiewohl schwierig, weifs brennt; sie löst sich bis auf einen geringen Rückstand im Wasser, und in dieser Auflösung wird durch Säuren kein Aufbrausen hervorgebracht, sie enthält demnach keine kohlensauren Alkalien. Die nähere Untersuchung ergiebt, dafs nur phosphorsaure Alkalien und Chlormetalle Bestandtheile davon ausmachen.

Der Niederschlag, den man aus der Fleischflüssigkeit mit Baryt erhält, löst sich in vielen Fällen ganz in verdünnter Salpetersäure auf, und in denen, wo ein Rückstand von schwefelsaurem Baryt ungelöst bleibt, ist seine Menge so gering, dafs sie z. B. für ein ganzes Huhn oder einen ganzen Fuchs unbestimmbar ist. Schwefelsaure Salze oder Schwefelsäure fehlen hiernach in der Fleischflüssigkeit, eine Thatsache, welche von Berzelius bereits ermittelt ist.

Die aus der Asche der Fleischflüssigkeit erhaltenen löslichen Salze enthalten die verschiedenen Modificationen der Phosphor-

Digitized by Google

säure, welche durch ihr Verhalten zu salpetersaurem Silberoxyd leicht zu unterscheiden sind.

Man weifs, dafs die Phosphorsäure mit den Alkalien drei verschiedene Salze bildet, zwei davon reagiren in ihrer wässerigen Lösung alkalisch, das dritte besitzt eine saure Reaction.

Wenn ein Salz der Phosphorsäure mit 3 At. Alkali (welches stark alkalisch ist) mit neutralem salpetersaurem Silberoxyd zusammengebracht wird, so entsteht ein *gelber* Niederschlag, die alkalische Reaction des phosphorsauren Alkalis verschwindet, und die Mischung ist nach der Fällung bei einem schwachen Ueberschufs des Silbersalzes ohne Reaction auf Pflanzenfarben. Diese Eigenschaften erleiden durch Glühen dieser Salze keine Veränderung.

Die Salze der Phosphorsäure mit 2 At. Alkali, reagiren ebenfalls alkalisch; sie geben mit neutralem, salpetersaurem Silberoxyd denselben gelben Niederschlag, und die Mischung beider Salze ist nach der Fällung weder alkalisch, noch neutral, sondern sauer.

Werden diese Salze geglüht, so verwandeln sie sich in pyrophosphorsaure Salze, die, im Wasser gelöst, alkalisch reagiren und in salpetersaurem Silberoxyd einen *weifsen* Niederschlag bewirken. Nach der Fällung mit dem Silbersalz ist die Mischung neutral.

Die Salze der Phosphorsäure mit 1 At. Alkali reagiren stark sauer, in Silbersalzen entsteht damit ein *gelber* Niederschlag und die Mischung behält die saure Reaction.

Nach dem Glühen gehen diese Salze in metaphosphorsaure über, von denen das Kalisalz im Wasser nicht löslich ist; das metaphosphorsaure Natron löst sich leicht im Wasser und giebt mit salpetersaurem Silberoxyd einen weifsen Niederschlag, der in einem Ueberschufs des Fällungsmittels wieder verschwindet.

Wenn man mit diesem Verhalten das der löslichen Bestandtheile der Asche der Fleischflüssigkeit vergleicht, so ergiebt sich

Digitized by Google

folgendes. Die Asche der Fleischflüssigkeit vom Ochsen, Pferd, Fuchs und Reh giebt mit Wasser eine stark alkalische Auflösung, welche durch neutrales, salpetersaures Silberoxyd zuerst weifs, sodann gelb gefärbt wird, und die Mischung zeigt sich nach der Fällung vollkommen neutral; es ergiebt sich hieraus, dafs die Asche Salze der Phosphorsäure mit zwei und mit drei Atomen Alkali enthält.

Wenn diese Asche mit Salpetersäure eingedampft und zum Glühen erhitzt, demnach das Chlor der Chlormetalle entfernt und diese als Oxyde den phosphorsauren Alkalien hinzugefügt werden, so ändert sich das Verhältnifs des weifsen zum gelben Silberniederschlag, aber stets sind Niederschläge von zweierlei Farben wahrnehmbar.

Die Asche der Fleischflüssigkeit vom Huhn weicht in diesem Verhalten ab, ihre wässerige Lösung fällt das salpetersaure Silberoxyd rein weifs, sie enthält demnach pyrophosphorsaures Alkali, und wenn diese Asche mit Salpetersäure befeuchtet und geglüht, somit eine neue Quantität Alkali dem phosphorsauren Alkali damit hinzugefügt wird, so behält der lösliche Bestandtheil derselben die Eigenschaft, das Silbersalz weifs zu fällen. Es geht hieraus hervor, dafs die Fleischflüssigkeit vom Huhn eine gewisse, wenn auch kleine, Menge phosphorsaures Alkali mit 1 At. Basis enthalten mufs, weil sonst nach der Behandlung der Asche mit Salpetersäure eine gewisse Menge dreibasisches, phosphorsaures Alkali hätte entstehen und dadurch ein gelber Niederschlag in den Silbersalzen hervorgebracht werden müssen.

Alles Alkali in der Fleischflüssigkeit des Ochsen, Pferdes, Fuchses reicht demnach nicht hin, um die darin vorhandene Phosphorsäure in das sogenannte neutrale, d. h. in das Salz mit 3 At. Basis überzuführen, bei dem Huhn ist das Alkali nicht hinreichend, um die Phosphorsäure in das Salz mit 2 At. Basis zu verwandeln.

Ich habe im Eingange bereits erwähnt, dafs die Fleisch-

Digitized by Google

flüssigkeit noch vor dem Punkte, wo die Phosphorsäure durch Baryt ausgefällt ist, wo sie also noch keinen Baryt enthält, eine alkalische Reaction annimmt.

Es ist hieraus klar, dafs die in der Fleischflüssigkeit vorhandenen organischen Säuren, Milchsäure, Inosinsäure etc. zusammengenommen, nicht hinreichen, um mit den darin enthaltenen Alkalien, Kali und Kreatinin neutrale Salze zu bilden, und es folgt daraus von selbst, dafs die saure Reaction der Fleischflüssigkeit durch die sauren Salze der Alkalien mit den drei Säuren, Phosphorsäure, Milchsäure und Inosinsäure bedingt wird. Die Inosinsäure macht einen zu kleinen Theil der Fleischflüssigkeit aus, als dafs man derselben einen merklichen Antheil an der sauren Beschaffenheit der Fleischflüssigkeit zuschreiben konnte, und es ist demnach diese abhängig von der Gegenwart von saurem, milchsaurem Alkali und saurem, phosphorsaurem Alkali (dem Salz der Phosphorsäure mit 1 At. Alkali), oder wenn man will, von den neutralen Salzen dieser Basen in Verbindung mit freier Milchsäure und freier Phosphorsäure.

Es ist klar, dafs sich diese beiden Säuren in die vorhandenen Alkalien theilen, und dafs mit der Menge der letzteren die Quantitäten der frei vorhandenen Säuren im Verhältnifs stehen müssen.

Zwischen den nicht mit Alkali verbundenen, im freien Zustande gedachten Säuremengen, stellt sich ein Gleichgewichtszustand ein; die frei vorhandenen Mengen dieser Säuren sind ihrer Verwandtschaft oder ihrem Wirkungswerthe proportional.

Wenn wir uns nun denken, dafs durch irgend eine Ursache die Menge der einen Säure in der Fleischflüssigkeit zunimmt, so mufs in gleicher Weise die Menge der anderen im freien Zustande wachsen. Und wenn durch irgend eine Ursache die Menge der einen freien Säure vermindert wird, so mufs in einem gleichen Verhälnifs die andere freie Säure abnehmen, es mufs sich zwischen beiden ein neuer Gleichgewichtszustand einstellen. Nehmen wir

Digitized by Google

an, dafs z. B. eine neue Quantität Phosphorsäure der in der Fleischflüssigkeit vorhandenen hinzugefügt wird, so mufs ein Theil derselben sich einer Portion Alkali des milchsauren Alkalis bemächtigen; es wird eine neue Quantität saures, phosphorsaures Alkali entstehen und eine entsprechende Menge Milchsäure in Freiheit gesetzt werden; ganz in gleicher Weise mufs eine entsprechende Menge Phosphorsäure in Freiheit gesetzt werden, wenn die vorhandene Milchsäure vergröfsert wird.

Da nun die Menge der Phosphorsäure hinreicht, um alles vorhandene Alkali zu sättigen, während die organischen Säuren in einem kleineren Verhältnifs zugegen sind und nicht genügen, um mit dem Alkali ein neutrales Salz zu bilden, so folgt hieraus, dafs mit dem Austreten von Milchsäure ein neutrales, phosphorsaures Salz und mit dem Austreten von Phosphorsäure ein neutrales, milchsaures Salz und freies Alkali entstehen müssen.

Das Salz der Phosphorsäure, welches nach Hinwegnahme aller organischen Säuren in der Fleischflüssigkeit bleibt, besitzt eine alkalische Reaction, und nach Hinwegnahme aller Phosphorsäure bleiben Salze der organischen Säuren, die ebenfalls eine alkalische Beschaffenheit besitzen.

Diese Betrachtungen führen von selbst auf die Erklärung einiger Vorgänge im thierischen Organismus. Wenn der Magen von dem Blute aus die nämlichen Säuren empfängt, welche wir als Bestandtheile der Fleischflüssigkeit kennen gelernt haben, so mufs das Blut während der Verdauung eine alkalischere Beschaffenheit erhalten, als es im normalen Zustande besitzt, und wenn demnach das Blut seine normale Beschaffenheit behaupten soll, so mufs es entweder von den Muskeln aus eine Quantität Säure empfangen, welche derjenigen genau gleich ist, die in den Magen überging, oder das überschüssige Alkali mufs den Muskeln zugeführt oder durch die Nieren secernirt werden. War der Harn des Thiers vor der Verdauung sauer, so mufs er, wenn letzteres Statt findet, während des Verdauungsprocesses

Digitized by Google

vorübergehend neutral oder alkalisch werden; enthielt er ein gewisses Verhältnifs freies Alkali, so mufs sich dieses vergröfsern.

Die Funktion der Nieren besteht, wie längst erkannt ist, in der Erhaltung eines Gleichgewichtszustandes in der Beschaffenheit der Bestandtheile des Blutes, welcher die Hinwegschaffung von Producten des Stoffwechsels und aller derjenigen Materien, welche die normale Zusammensetzung des Blutes ändern, in sich einschliefst, und in dieser Beziehung ist die Lösung der Frage, zu welchem Zwecke die Milchsäure in dem Organismus dient, von ganz besonderer Wichtigkeit. Ich habe hierüber einige Versuche angestellt, welche dazu dienen dürften, derselben näher zu kommen.

Ich habe mich zuvörderst wiederholt damit beschäftigt, die Milchsäure in frischem, sauer reagirendem Harn nachzuweisen, aber ich bin nicht glücklich genug gewesen, in dem Harn gesunder junger Männer, bei Anwendung desselben Verfahrens, durch das es mir gelungen ist, ihre Gegenwart in der Fleischflüssigkeit darzuthun, auch nur Spuren von dieser Säure zu entdecken. Der Harn wurde im Wasserbade zur Syrupconsistenz abgedampft, mit verdünnter Schwefelsäure versetzt und die ausgeschiedenen freien Säuren in Alkohol aufgenommen. Die alkoholische Lösung wurde im Wasserbade bis zur Consistenz eines dünnen Syrups abgedampft, sodann das halbe Volum Alkohol und sogleich darauf Aether zugesetzt, bis keine Trübung mehr bemerklich war. War Milchsäure zugegen, so mufste sie in dieser Flüssigkeit gelöst seyn, in welcher sich ein beträchtlicher Gehalt von Salzsäure zu erkennen gab. Der Aether wurde durch Verdampfen entfernt, das was zurückblieb, mit Wasser verdünnt und in der Kälte mit überschüssigem Silberoxyd versetzt; alle Salzsäure wurde auf diese Weise als Chlorsilber entfernt; wäre Milchsäure zugegen gewesen, so würde sich sehr lösliches, milchsaures Silberoxyd haben bilden müssen, aber nach dieser Behandlung blieb kein Silberoxyd in

Digitized by Google

der Auflösung zurück, es wurde durch Zusatz von Kalkmilch kein Silberoxyd gefällt, und die damit versetzte Lösung gab beim Verdampfen eine kleine Quantität von sehr reinem Harnstoff, aber keinen milchsauren Kalk.

Wurde gefaulter Urin auf dieselbe Weise behandelt, so wurde zuletzt essigsaurer Kalk in feinen Nadeln, aber ebenfalls kein milchsaurer Kalk erhalten.

Der sauer reagirende Harn gesunder Männer enthält demnach keine Milchsäure und keinen Stoff, aus dem sich Milchsäure in der Fäulnifs des Harns bilden könnte *).

Was die Gegenwart von Milchsäure in alkalischem Harn betrifft, so giebt folgender Versuch hierüber hinreichenden Aufschlufs. Drei Personen, worunter sich meine beiden Assistenten befanden, nahmen eine Quantität milchsaures Kali, welche hingereicht haben würde, um 30 Grm. milchsaures Zinkoxyd damit darzustellen. Nach dem Einnehmen wurde aller Harn zwei Stunden lang gesammelt. Vor dem Versuch besafs der Harn von jedem eine saure Reaction, der unmittelbar nach demselben gelassene war stark alkalisch, und es liefs sich darin das Kali mit Leichtigkeit nachweisen, dessen Menge den Gehalt des gewöhnlichen Harns übertraf. Auch in diesem Harn liefs sich die genossene Milchsäure nicht nachweisen, sie war bei ihrem Durchgang durch das Blut völlig verschwunden.

Es ist hieraus klar, dafs die Milchsäure in dem Organismus zu der Unterhaltung des Respirationsprocesses verwendet wird und die Rolle, welche Zucker, Amylon, überhaupt alle die Stoffe spielen, welche in Berührung mit Thiersubstanzen in Milchsäure überzugehen vermögen, hört jetzt auf eine Hypothese zu seyn: sie

*) Die Abwesenheit der Milchsäure in dem untersuchten Harn schliefst die Meinung nicht aus, dafs in gewissen Zuständen Milchsäure im Harn enthalten seyn könne, ähnlich wie diefs mit andereu Bestandtheilen des Thierkörpers Statt findet, die im Harn gesunder Individuen fehlen, während sie sich darin in pathologischen Fällen nachweisen lassen.

Digitized by Google

verwandeln sich im Blute in milchsaure Salze, die eben so schnell wieder zerstört werden, wie sie sich bilden, und die sich nur da anhäufen, wo die Menge des Sauerstoffs kleiner wird, oder wo sich seiner Wirkung eine andere Thätigkeit entgegensetzt. Wenn man sich nun erinnert, dafs der Harn grasfressender Thiere eine grofse Menge freies Alkali enthält, welches von dem Blute abgesondert wird; dafs also in dem Blute ein Strom von Alkalien durch die ganze Körpermasse, und namentlich durch die Substanz der Muskeln sich bewegt, während die Flüssigkeit, welche die Blut- und Lymphgefäfse umgiebt (die Fleischflüssigkeit), ihre saure Beschaffenheit behält, so mufs nothwendig an diesen Stellen eine Ursache thätig seyn, welche die Hinwegführung der freien Säure hindert, oder eine solche, welche die hinweggeführten Säuren in jedem Augenblicke wieder neu erzeugt.

Die Blut- und Lymphgefäfse enthalten eine alkalische Flüssigkeit; die sie umgebende Fleischflüssigkeit ist sauer, die Substanz dieser Gefäfse selbst ist für die eine oder andere dieser Flüssigkeiten durchdringlich. Es sind diefs zwei Bedingungen zur Hervorbringung eines elektrischen Stromes, und es ist wohl nicht unwahrscheinlich, dafs ein solcher an den vitalen Processen einen gewissen Antheil nimmt, obwohl seine Wirkung in eigentlich elektrischen Effecten nicht immer wahrnehmbar ist *).

*) Hr. Prof. Buff hat auf meine Veranlassung eine Säule construirt, die aus mit Blut durchtränkten Filzscheiben, Muskelsubstanz (Fleisch) und Gehirn bestand, durch diese Vorrichtung wurde eine sehr starke Ablenkung der Galvanometernadel hervorgebracht, die einen Strom in der Richtung des Blutes nach dem Muskel anzeigte.

Wasser anstatt des Gehirns angewendet, gab eine weit schwächere Wirkung. Die durch die Berührung des Blutes für sich mit dem Platin entstehende Wirkung auf die Nadel war der Richtung des ebenerwähnten elektrischen Stroms entgegengesetzt. Der Physiker wird natürlich in dieser Thatsache Nichts Auffallendes finden, da das Blut alkalisch, das Fleisch sauer reagirt und die Gehirnsubstanz eine kaum wahrnehmbare alkalische Beschaffenheit besitzt.

Digitized by Google

Ich habe bereits erwähnt, dafs die Fleischflüssigkeit aller Thiere ganz besonders reich an Kali ist, dafs sie Chlorkalium und nur Spuren von Kochsalz enthält; in dem Ochsenherzen fand Braconnot blofs Kali, kein Natron. So wie denn jedes constante Verhältnifs in der Form oder der Zusammensetzung in dem Thierkörper seine Bedeutung hat, so scheint mir diese Thatsache, der überwiegende Gehalt von Kali in der Fleischflüssigkeit nämlich, der Beachtung um so mehr würdig, da in der Blutflüssigkeit verhältnifsmäfsig nur kleine Mengen von Kali und überwiegende Mengen von Natronsalzen und von Kochsalz zugegen sind.

Um den Vorstellungen über diese Abweichungen eine bestimmte Richtung zu geben, habe ich einige Versuche für zweckmäfsig erachtet, in denen das relative Verhältnifs des Kalis und Natrons im Blute und der Fleischflüssigkeit vergleichungsweise festgestellt wurde.

In diesen Bestimmungen wurde die Phosphorsäure aus der Fleischflüssigkeit ausgefällt, die Flüssigkeit abgedampft und der Rückstand eingeäschert. Die erhaltene Asche ist sehr schmelzbar und von eigenthümlicher Beschaffenheit, sie besteht beinahe ganz aus cyansaurem Kali und Cyankalium, gerade so wie der Rückstand der Einäscherung eines harnsauren Alkalis. Wenn diese Asche in Salzsäure gelöst wird, so entsteht durch die Zersetzung der Cyansäure ein Aufbrausen, wie von einem kohlensauren Salze; es bildet sich eine gewisse Menge Salmiak und es entwickelt sich reichlich Blausäure. Wenn man nun jetzt Platinchlorid zusetzt, um das Kali vom Natron zu trennen, so entsteht ein Niederschlag, der Ammoniumplatinchlorid enthält, wodurch die Kalibestimmung ungenau wird; es ist nothwendig, vor dem Zusatz des Platinchlorids die Auflösung der Asche in Salzsäure abzudampfen, den Rückstand zu glühen und den Salmiak auf diese Weise zu entfernen.

In der Analyse des Hühnerblutes von Henneberg, zu

Digitized by Google

welchem das Blut aller Hühner gedient hat, die zu meinen eigenen Versuchen verbraucht wurden, erhielt derselbe (das Kochsalz mit eingerechnet) auf 100 Thle. Natron 40,8 Grm. Kali; die Fleischflüssigkeit von denselben Hühnern lieferte auf 3,723 Grm. Kaliumplatinchlorid 0,374 Grm. Chlornatrium.

Das Ochsenblut gab auf 0,184 Grm. Platinchloridkalium 1,133 Grm. Chlornatrium.

Die Fleischflüssigkeit vom Ochsen lieferte auf 1,933 Grm. Platinchloridkalium 0,2536 Grm. Chlornatrium.

Das Pferdeblut gab auf 1,351 Grm. Chlornatrium 0,341 Grm. Platinchloridkalium.

Die Fleischflüssigkeit vom Pferd gab auf 4,414 Grm. Platinchloridkalium 0,544 Grm. Chlornatrium.

Das Fleisch eines auf der Jagd erlegten Fuchses gab auf 1,474 Grm. Platinchloridkalium 0,250 Grm. Chlornatrium.

Das Hechtfleisch lieferte auf 1,961 Grm. Platinchlorid 0,065 Grm. Chlornatrium.

Diese Resultate zusammengestellt, ergeben :

						Kali im Blut	Kali im Fleisch
auf	100	Thle.	Natron	im	Huhn	40,8	381
„	„	„	„	„	Ochs	5,9	279
„	„	„	„	„	Pferd	9,5	285
„	„	„	„	„	Fuchs	„	214
„	„	„	„	„	Hecht	„	497.

Es bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung, dafs diese Zahlen den Kaligehalt des Fleisches nur annähernd ausdrücken, weil es unmöglich ist, die Fleischflüssigkeit vom Ochsen, Pferde und Huhn frei von Blut und Lymphe, frei also von diesen an Natron reichen Flüssigkeiten zu erhalten; wäre es möglich gewesen, die Fleischflüssigkeit frei vom Blute zu erhalten, so würde sich der Kaligehalt noch weit gröfser herausgestellt haben, so zwar, dafs der Schlufs, dafs Natronsalze keine Bestandtheile der Fleischflüssigkeit ausmachen, der Wahrscheinlichkeit nicht

Digitized by Google

ermangelt, und wenn den Lymphgefäfsen, wie man glaubt, das Vermögen zukommt, die aus den Capillarien in die Muskel tretenden Natronsalze aufzunehmen und den grofsen Blutkanälen wieder zuzuführen, so erklärt sich dieses Verhältnifs auf eine einfache Weise.

Aus der grofsen Ungleichheit in der chemischen Natur und Beschaffenheit der in den verschiedenen Theilen des Thierkörpers circulirenden Flüssigkeiten ergiebt sich eine aufserordentliche Verschiedenheit in dem Durchlassungsvermögen der Gefäfswände für diese Flüssigkeiten. Wäre dieses Durchlassungsvermögen gleich, so müfsten sich in der Fleischflüssigkeit eben so viel Natron- und Kalisalze, wie im Blute befinden, aber das Blut vom Ochsen und Huhn enthält nahe ein Drittel von dem ganzen Salzgehalt des Blutes an Kochsalz, während von diesem Körper in der Fleischflüssigkeit kaum Spuren nachweisbar sind.

In einem ähnlichen Verhältnifs müssen die Gefäfse, welche Milch absondern, zu den Blutgefäfsen stehen, denn in der Kuhmilch sind die Kalisalze weit die Natronsalze überwiegend und in einem weit gröfseren Verhältnifs, wie im Blute vorhanden.

In manchen pathologischen Zuständen hat man *) an Orten, wo sich Muskeln und Knochen berühren, eine Anhäufung von freier Milchsäure und Phosphorsäure beobachtet, die an diesen Stellen im gesunden Zustande niemals wahrgenommen werden; die Auflösung und Hinwegführung des phosphorsauren Kalkes, das Verschwinden der Knochen, ist eine Folge dieses Zustandes; es ist nicht unwahrscheinlich, dafs die Ursache (oder eine der Ursachen) dieses Austretens der Säure aus der Muskelsubstanz die ist, dafs die Gefäfse, welche die Muskelflüssigkeit einschliefsen, eine Veränderung erlitten haben, wodurch sie die Fähigkeit, die darin enthaltene saure Flüssigkeit zurückzuhalten, einbüfsen.

*) Schmidt, Annal. der Chem. und Pharm. Bd. LXI S. 329.

Digitized by Google

Das constante Vorkommen des Kochsalzes und phosphorsauren Natrons im Blut und die des phosphorsauren Kalis und Chlorkaliums in der Fleischflüssigkeit, rechtfertigt die Voraussetzung, dafs beide für die Vorgänge im Blut und in der Muskelflüssigkeit durchaus nothwendig sind.

Von dieser Voraussetzung ausgehend, erklärt sich für viele Thiere die Nothwendigkeit des Zusatzes von Kochsalz zu ihrer Nahrung und der Antheil, den dieses Salz an der Blutbildung und dem Respirationsprocefs nimmt.

Es ist jetzt eine durch zahlreiche Analysen erwiesene Thatsache, dafs die Asche von Gewächsen, welche in gewissen Entfernungen von dem Meere wachsen, kein Natron oder nur Spuren von Natron enthält.

Die gewöhnliche Pottasche aus Binnenländern giebt hierzu die überzeugendsten Belege, nur selten enthält sie kohlensaures Natron, und wenn ein Natronsalz darin vorhanden ist, so ist diefs nicht phosphorsaures oder schwefelsaures Natron, sondern Kochsalz. Der Weizen, die Gerste, der Hafer, die Wurzelgewächse und blätterreichen Pflanzen im Odenwalde, in Sachsen und in Baiern enthalten nur Kalisalze, keine Natronsalze, und wenn sich in manchen Natron vorfindet, so ist auch Chlor vorhanden, und beide in dem Verhältnifs wie in dem Kochsalz.

Für Pflanzen, welche in der Nähe des Meeres in Küstenländern wachsen, ändern sich diese Verhältnisse; der Weizen, die Erbsen, die Leguminosen in den Niederlanden, enthalten phosphorsaures Kali, aber auch phosphorsaures Natron, immer aber ist das phosphorsaure Kali überwiegend.

Diefs ist selbst der Fall in den Seepflanzen, die in einem Medium leben, welches, verglichen mit seinem Gehalte an Natron, verschwindende Mengen von Kali enthält. Alle Seegewächse enthalten weit mehr Kali wie Natron.

In Beziehung auf diese beiden Basen ist demnach die Nahrung der Thiere nicht überall von gleicher Beschaffenheit.

Digitized by Google

Ein Thier, was von Pflanzen lebt, die phosphorsaure Salze und ein Natronsalz enthalten, erzeugt in seinem Leibe das zur Blutbildung unentbehrliche phosphorsaure Natron. Aber ein Thier, was in Binnenländern lebt, empfängt in den Samen, in den Kräutern, Wurzeln und Knollen, die es verzehrt, nur Kalisalze; es kann sich aus den phosphorsauren Salzen und dem phosphorsauren Kalk und Bittererde, durch Umsetzung mit dem Kalisalze, nur phosphorsaures Kali, der Hauptbestandtheil seines Fleisches, bilden, aber kein phosphorsaures Natron, welches einen nie fehlenden Bestandtheil seines Blutes ausmacht. Wo kommt nun dieses phosphorsaure Natron her? Die Beantwortung dieser Frage ergiebt sich leicht aus dem Verhalten des phosphorsauren Kalis zu Kochsalz; das phosphorsaure Kali (mit 2 At. Kali) ist an der Luft zerfliefslich, kaum krystallisirbar, von sehr schwach alkalischer Beschaffenheit.

Uebersättigt man Phosphorsäure mit Kali und dampft zur Krystallisation ab, so scheidet sich ein Salz aus, welches eine saure Reaction besitzt. Es giebt kein Salz, welches die eine Hälfte Basis so leicht abgiebt, wie das phosphorsaure Kali. Neutralisirt man Phosphorsäure mit Kali und setzt dieser Flüssigkeit Kochsalz zu und überläfst sie der freiwilligen Verdampfung, so scheidet sich ein phosphorsaures Salz ab, welches Kali und Natron enthält, in der Mutterlauge findet man Chlorkalium.

Es ist klar, dafs das phosphorsaure Kali bei Gegenwart von Chlornatrium sich umsetzt, ein Theil des Kaliums tritt an das Chlor; das Natrium nimmt seine Stelle in der phosphorsauren Verbindung ein, es entsteht phosphorsaures Natron.

Man begreift sonach die Bildung des phosphorsauren Natrons im Leibe eines Thieres, welches in seiner Nahrung neben phosphorsaurem Kali oder phosphorsauren Erdsalzen und Kalisalzen, keine Natriumverbindung aufser Kochsalz geniefst, und wenn in Binnenländern die Nahrung nicht Kochsalz genug enthält, um

Digitized by Google

das für die Blutbildung nöthige phosphorsaure Natron zu erzeugen, so mufs der Nahrung Kochsalz zugesetzt werden. Aus dem Kochsalz entsteht in diesem Fall durch seine Umsetzung mit phosphorsaurem Kali oder phosphorsauren Erdsalzen das phosphorsaure Natron des Blutes.

Dafs das phosphorsaure Natron für die normale Beschaffenheit des Blutes nothwendig und für die Vorgänge in demselben nicht ersetzbar ist durch das phosphorsaure Kali, diefs scheint mir in den Eigenschaften beider Salze hinlänglich begründet zu seyn.

Durch das Blut wird die im Leibe erzeugte Kohlensäure wieder ausgeführt und an dieser Eigenschaft Kohlensäure aufzunehmen, hat die alkalische Beschaffenheit des Blutes einen ganz bestimmten Antheil, so wie auf der anderen Seite auf das Vermögen, die Kohlensäure wieder abzugeben, die chemische Natur des Körpers, von dem die alkalische Reaction des Blutes abhängig ist, den entschiedensten Einflufs ausübt.

Es ist bekannt, dafs das frisch von einem Thier genommene Blut beim blofsen Schütteln mit Luft, beim Durchleiten von Wasserstoffgas, oder unter der Luftpumpe Kohlensäure abgiebt. Aus den Versuchen von Dr. Scherer, denen ich Gelegenheit hatte beizuwohnen, und andern weifs man ferner, dafs das klare, von Blutkörperchen freie Serum von Ochsenblut z. B. nahe sein doppeltes Volum Kohlensäure aufnimmt, noch einmal so viel als wie ein gleiches Volum Wasser von derselben Temperatur aufzunehmen vermag. Die gröfsere Absorptionsfähigkeit des Blutserums ist durch eine chemische Verwandtschaft bedingt, durch einen Körper, der alkalisch reagirt; in der That beobachtet man, dafs wenn diese alkalische Beschaffenheit aufgehoben, wenn dem mit Kohlensäure gesättigten Blute Essigsäure zugesetzt wird, dafs in diesem Fall sogleich der Ueberschufs der Kohlensäure entwickelt wird; dasselbe geschieht aber auch, wenn dieses Blut anhaltend, mit Gasen (Wasserstoffgas) geschüttelt und diese Gase erneuert werden.

Digitized by Google

Das nicht mit Kohlensäure gesättigte Blut entwickelt unter der Luftpumpe nahe an 5 pC. seines Volums Kohlensäure; durch Zusatz von Essigsäure vergröfsert sich die Menge der frei werdenden Kohlensäure, aber auch unter diesen Umständen kann aus dem Blut nicht über sein halbes Volumen Kohlensäure erhalten werden.

Wäre die gröfsere Absorptionsfähigkeit des Blutserums für Kohlensäure abhängig gewesen von der Gegenwart von kohlensaurem Natron und von dessen Uebergang in doppeltkohlensaures Natron, so setzt diefs voraus, dafs das Blut mindestens ein gleiches Volumen Kohlensäure in der Form von neutralem kohlensaurem Natron enthalten müsse. Wäre ein gleiches Volum Kohlensäure in der Form von neutralem kohlensaurem Natron im Blute und sonst keine freie Kohlensäure enthalten gewesen, so würde dieses Blut gerade das doppelte Volum Kohlensäure haben aufnehmen können, und es müfste beim Zusatz von Säuren, welche das kohlensaure Natron zerlegen, sein doppeltes Volum Kohlensäure wieder entwickeln. Die Säure würde im Ganzen drei Volume Kohlensäure ausscheiden müssen, von denen ein Volum in der Flüssigkeit gelöst bliebe. In den Versuchen von Scherer wurde aus Blutserum, welches sein doppeltes Volum Kohlensäure absorbirt hatte, nur halb so viel Kohlensäure entwickelt, als sich dieser Annahme nach hätte entwickeln müssen, es war weniger wie ein Volumen freier Kohlensäure im Blutserum zugegen, und es wurde defshalb von der Flüssigkeit in gleichem Verhältnifs mehr Kohlensäure zurückgehalten *).

---

*) Siehe Annal. Bd. XL S. 30.

I.	60	Vol. Blutserum	absorbirten	124	Kohlensäure
II.	56	„	„	111	„
	116			235.	

Nach Zusatz von 30 Kubikcentimeter Essigsäure zu dem ersten und 28 C.C. zu dem zweiten Blutserum, im Ganzen nach Zusatz

Digitized by Google

Wenn man 2000 Kubikcentimeter Ochsenblut mit der doppelten Menge Wasser vermischt zum Sieden erhitzt und das Gerinnsel auspreſst, so erhält man nahe 2000 C.C. ($^1/_3$ des Ganzen) einer alkalisch reagirenden Flüssigkeit. Wenn die alkalische Reaction derselben von kohlensaurem Natron herrührt, so muſs in der durch Pressen erhaltenen Quantität ein Drittel vom ganzen im Blute vorhandenen kohlensauren Natron zugegen seyn. Auf ein Drittel durch Abdampfen concentrirt, müſste sie genau so viel kohlensaures Natron als wie eine gleiche Menge Blut; auf ein Sechstel abgedampft das doppelte, auf $^1/_{12}$ das vierfache, auf $^1/_{24}$ das achtfache etc. enthalten.

Ich habe diese Flüssigkeit auf $^1/_{500}$ concentrirt, in diesem Zustande müſste sie einhundertsechsundsechszigmal so viel kohlensaures Natron enthalten, als das Blut, wäre dieses Salz ein Bestandtheil des Blutes. Mit kohlensaurem Gase zusammengebracht, absorbirte diese concentrirte Flüssigkeit dreimal ihr eigenes Volum Kohlensäure. 20 C.C. absorbirten 60 C.C. Kohlensäure. Es ist nun völlig gewiſs, daſs wenn dieses Absorptionsvermögen abhängig gewesen wäre von der Gegenwart von kohlensaurem Natron, so müſste die nicht gesättigte Flüssigkeit, mit Säuren versetzt, ihr dreifaches Volum kohlensaures Gas entwickeln, von dem $^1/_3$ in der Flüssigkeit gelöst blieb, während $^2/_3$ in Gasform austreten muſsten. Aus 20 C.C. der concentrirten Flüssigkeit müſsten 40 C.C. freie Kohlensäure erhalten

---

von 58 C.C. Essigsäure entwickelten sich aus 174 Vol. des Gemenges (116 Vol. Blutserum und 58 Vol. Essigsäure) 89 Vol. Kohlensäure.

Wäre im Blute 1 Vol. Kohlensäure in der Form von kohlensaurem Natron zugegen gewesen, so hätten sich 177 Vol. Kohlensäure entwickeln müssen, nämlich 235 — 58 (das Volumen der Essigsäure). Nach diesen Versuchen berechnet sich der wirkliche Kohlensäuregehalt des angewandten Blutserums auf 28 pC. des Volums vom Blut.

Digitized by Google

werden, — *aber diese Flüssigkeit entwickelt mit Säuren keine mefsbare Spur kohlensaures Gas.*

Nach den Beobachtungen von Hrn. Prof. Marchand ist diese Flüssigkeit, wenn sie mit Säure versetzt worden ist, nicht frei von Kohlensäure, die man nach seinen Beobachtungen durch Erhitzen daraus erhält. Aber wenn wir im allergünstigsten Fall annehmen, sie bliebe mit Kohlensäure nach dem Säurezusatz gesättigt, so ist klar, dafs nicht mehr kohlensaures Natron darin enthalten seyn kann, als dem Kohlensäure Volum entspricht, durch welches der einhundertsechsundsechszigste Theil vom Volum des Blutserums gesättigt wird. (Auf 1000 C.C. Blutserum so viel Natron, als von 6 C.C. Kohlensäure gesättigt wird = 0,026 kohlensaures Natron oder $\frac{2}{5}$ Gran).

Das Blutserum absorbirt demnach einhundertsechsundsechszig mal mehr Kohlensäure, als es nach dem gröfsten Verhältnifs an kohlensaurem Natron, was sich darin annehmen läfst, absorbiren dürfte, und es hat sonach das kohlensaure Natron, wenn es überhaupt einen Bestandtheil der Blutflüssigkeit ausmacht, an dieser Absorptionsfähigkeit nur einen höcht untergeordneten Antheil.

Wie die nähere Untersuchung des Blutserums, sowie die Analyse der Blutaschen ergeben, hängt die alkalische Beschaffenheit des Blutes von einem Gehalte an phosphorsaurem Natron ab. Wo sollte in der That das kohlensaure Natron in dem Blute eines Menschen, der von Brod und Fleisch lebt, oder in dem eines Thieres, welches nur Fleisch empfängt, herkommen, da in diesen Nahrungsmitteln die Alkalien und Phosphorsäure in dem Verhältnifs, in welchem sie sich zu zwei- und dreibasischem Salze miteinander verbinden, zugegen sind *).

*) Die Versuche von Hrn. Prof. Erdmann über die Einäscherung von Weizen (diese Annal. Bd. LIV S. 354) lassen kaum einen Zweifel

Digitized by Google

Es giebt kein Salz, dessen chemischer Character dem des Blutserums näher kommt, wie das phosphorsaure Natron, es giebt keins, welches für die Aufnahme und vollkommene Hinwegführung der Kohlensäure aus dem Körper geeigneter ist. Dieses Salz verhält sich gegen Kohlensäure genau wie das neutrale kohlensaure Natron, es absorbirt in seiner wässerigen Lösung das kohlensaure Gas mit derselben Leichtigkeit, mit dem Unterschiede jedoch, dafs es durch dieselben Ursachen, welche das neutrale und doppelt kohlensaure Natron zerlegen, die aufgenommene Kohlensäure weit leichter wieder abgiebt, ohne, wie das Natron, bei seinem Uebergang aus dem doppelt kohlensauren in das einfach saure Salz Kohlensäure zurückzuhalten.

Wenn man Kohlensäure mit einer Auflösung von 1 Theil trockenem phosphorsaurem Natron (PO_5, 2 NaO, HO) in 100 Theilen Wasser zusammenbringt, so wird doppelt so viel Kohlensäure absorbirt, als das Wasser für sich bei derselben Temperatur aufgenommen haben würde *).

Durch einfaches Schütteln mit Luft, oder bei Aufhebung des Luftdruckes, werden bei gewöhnlicher Temperatur $^2/_3$ der aufgenommenen Kohlensäure wieder abgeschieden, die beim Zusammenbringen mit frischer Kohlensäure wieder aufgenommen werden **).

---

zu, dafs die dreibasischen phosphorsauren Alkalien ihre Entstehung der Einwirkung der Kohle auf ein- oder zweibasische Salze beim Glühen oder der Zersetzung des Kochsalzes verdanken. In den Analysen von Henneberg, wo letztere vermieden wurde, beweist die Entstehung von pyrophosphorsaurem Natron, dafs das Hühnerblut das phosphorsaure Natron mit 2 At. Natron (PO_5, 2 NaO HO) enthält.

*) Eine mit Kohlensäure gesättigte Lösung von phosphorsaurem Natron ist als eins der angenehmsten salinischen Purgirmittel empfehlungswerth.

**) Eine Lösung, welche auf 100 Theile Wasser 1 Theil trockenes 2 NaO HO, PO_5 enthält, mit luftfreier Kohlensäure geschüttelt, absorbirte :

Digitized by Google

Durch einfache Verdunstung an der Luft der mit Kohlensäure gesättigten Lösung des phosphorsauren Natrons entweicht die Kohlensäure, und das alkalisch reagirende phosphorsaure Salz bleibt mit seinen ursprünglichen Eigenschaften, ohne also Kohlensäure zurückzubehalten, zurück.

Bei der Aufnahme von Kohlensäure in das Blut stellt sich zwischen der Phosphorsäure und Kohlensäure ein ähnliches Gleichgewichtsverhältnifs ein, wie diefs zwischen der Milchsäure und Phosphorsäure in der Fleischflüssigkeit besteht; ähnlich wie sich diese letzteren in das Kali theilen, so theilen sich Kohlensäure und Phosphorsäure in das Natron des Blutes. Es giebt kein Verhältnifs, welches der Abscheidung der einen oder der anderen Säure günstiger ist.

	I.	II.	III.	IV.	
Lösung C.C.	59	38	62	56	
absorbirte Kohlensäure C.C. . .	104	77	114	112	
100 Thle. Lösung absorbiren also	176	203	183	200.	Mittel 190.

Das Wasser, welches zur Auflösung diente, wurde eben so behandelt und absorbirte :

	I.	II.	III.	
Wasser C.C. . . .	104	75	54	
Kohlensäure C.C. .	98	64	52	
100 Thle. Wasser also	95	85	98	Mittel 90.

Eine Lösung von 2 NaO HO, PO_5, wie oben, wurde mit Kohlensäure gesättigt, dann mit Luft so lange geschüttelt, als Kohlensäure durch erneute Luft ausgetrieben werden konnte. Diese Lösung mit luftfreier Kohlensäure zusammengebracht, nahm davon auf :

	I.	II.	III.	IV.	
Lösung	62	67	68	89	
Kohlensäure	88	91	99	116	
100 Thle. Lösung nahmen also auf	143	134	145	130.	Mittel 138.

Eine Lösung von 2 NaO HO, PO_5, wie oben mit Kohlensäure gesättigt, wurde unter der Luftpumpenglocke von Kohlensäure möglichst befreit (zwei Stunden unter 2‴ Druck), dann mit Kohlensaure zusammengebracht; sie absorbirte :

	I.	II.	III.	
Lösung	74	80	70	
Kohlensäure . . .	99	107	96	
100 Thle. Lösung	120	133	137.	Mittel 130.

Digitized by Google

Wenn wir annehmen, dafs sich die Kohlensäure eines Theils des Natrons bemächtigt, so können wir uns denken, dafs die mit dieser Portion Basis verbundene Phosphorsäure von dem Platze, den sie ursprünglich eingenommen, verdrängt und damit frei wird, aber sie tritt defswegen aus der Verbindung noch nicht aus. Nur dann läfst sich sagen, das die Kohlensäure in kohlensaures Natron übergeht, wenn die freigewordene Phosphorsäure hinweggenommen und anderwärts verwendet worden ist; aber diese verdrängte Phosphorsäure ist stets vorhanden und ihre Fähigkeit, sich mit dem Natron wieder zu vereinigen, ist ungeschwächt. Die kleinste Ursache, welche hinzutritt, um ihrer Affinität das Uebergewicht zu geben (und dazu gehören alle die Ursachen, welche die Verwandtschaft der Kohlensäure zum Natron verringern), reicht hin, um die Kohlensäure zu verdrängen und die ursprüngliche Verbindung wieder herzustellen. Das blofse Schütteln mit Luft, die Verdunstung des Wassers, worin die Verbindung gelöst ist, die Aufhebung des Luftdruckes, alle diese auf neutrales kohlensaures Natron ganz wirkungslose Ursachen bewirken eine Zersetzung und eine Trennung der von dem phosphorsauren Natron im Blute aufgenommenen Kohlensäure und in dieser Weise wird der Kohlensäuregehalt des Blutes auf einer constanten Gröfse erhalten. Tritt mehr Kohlensäure aus dem Körper zum Blute, so wird in gleichem Grade mehr Phosphorsäure frei, und damit ist eine entsprechend leichtere und vollkommnere Abscheidung dieses Gases in der Lunge gegeben. Wird mehr Natron aufgenommen, so tritt ein Theil der Kohlensäure, die sonst durch die Lunge und Haut entwichen wäre, in der Form von kohlensaurem Natron durch die Harnwege aus.

Es läfst sich voraussehen, dafs ein genaueres Studium des Einflusses, welchen Alkalien, Salze und Mineralsäuren auf den Respirationsprocefs im gesunden Zustande ausüben, zu den

Digitized by Google

schönsten und lohnendsten Resultaten für ihre Anwendung in gewissen Krankheiten führen mufs.

Es ist bereits hervorgehoben worden, dafs in der Fleischflüssigkeit die Menge des phosphorsauren Kalks, verglichen mit der der phosphorsauren Bittererde, sehr gering ist, in der That enthält die Fleischflüssigkeit vom Ochsen so wenig Kalk, dafs von vielen Pfunden Fleisch die erhaltene Menge desselben nur wenige Milligramme betrug, aber in der Fleischflüssigkeit vom Huhn liefs das relative Verhältnifs beider eine genauere Bestimmung zu.

Die Fleischflüssigkeit wurde mit Barytwasser ausgefällt, der Barytniederschlag in Salzsäure gelöst, der Baryt mit Schwefelsäure niedergeschlagen, sodann durch Zusatz von Eisenchlorid und Ammoniak die Phosphorsäure entfernt; Kalk und Bittererde blieben nach dieser Operation in Auflösung; es wurden hieraus erhalten 0,72 Grm. kohlensaurer Kalk auf 0,431 Grm. phosphorsaures Bittererdeammoniak, oder auf 10 Gewichtstheile Kalk 39,2 Gewichtstheile Bittererde.

Das Verhältnifs der an Alkalien in der Fleischflüssigkeit vom Ochsen gebundenen Phosphorsäure zu derjenigen Menge dieser Säure, welche sich darin mit Bittererde vereinigt findet, wurde in folgender Weise ermittelt. Der durch Barytwasser erhaltene Niederschlag enthält alle Phosphorsäure, theils an Baryt (als PO_5 3 BaO), theils an Bittererde (als PO_5, 3 MgO) gebunden. Derselbe wurde mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt und die Flüssigkeit mit Ammoniak gefällt. Hierdurch wurde die Bittererde in der Form von phosphorsaurer Ammoniakbittererde gefällt. Die davon abfiltrirte Lösung enthielt die überschüssige Phosphorsäure; mit Bittersalz versetzt, lieferte sie einen neuen Niederschlag desselben Salzes. Die Menge des ersten verhielt sich zu der des zweiten Niederschlags wie 0,2782 zu 0,974, oder wie 1 : 3,5. Auf 2 At. Phosphorsäure, die mit Bittererde vereinigt ist, enthält die Fleischflüssigkeit

Digitized by Google

des Ochsen 7 At. Phosphorsäure, die an Alkalien gebunden sind. In einem anderen Versuch wurde das Verhältnifs wie 1 : 3,2 gefunden.

Allgemeine Resultate der vorstehenden Untersuchung.

Für eine künftige Chemie der Nahrungsmittel geht aus dieser Untersuchung hervor, dafs durch das Kochen des Fleisches eine wesentliche Aenderung in seiner Zusammensetzung bewirkt wird; je nach der Dauer des Kochens und der Wassermenge tritt eine mehr oder weniger vollständige Scheidung der löslichen von den unlöslichen Bestandtheilen des Fleisches ein. Die Fleischbrühe enthält lösliche Phosphate mit alkalischen Basen, milchsaure, inosinsaure Salze, phosphorsaure Bittererde und nur Spuren von phosphorsaurem Kalk; das gekochte Fleisch enthält vorzugsweise phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Bittererde.

Es ist klar, dafs wenn das als Speise genossene Fleisch in dem Leibe wieder in Fleisch übergehen, wenn ihm die Fähigkeit bleiben soll, sich in dem ursprünglichen Zustande wieder zu erzeugen, so darf dem frischen Fleisch bei seiner Zubereitung zu einem Nahrungsmittel keiner seiner Bestandtheile entzogen werden. Wenn in irgend einer Weise seine Zusammensetzung geändert, einer der Bestandtheile, der zu seiner Constitution gehört, entzogen wird, so ändert sich in gleichem Verhältnifs die Fähigkeit des Fleischstückes, die ursprüngliche Form und Beschaffenheit, von der seine Eigenschaften im lebendigen Körper abhängen, in dem lebenden Körper wieder anzunehmen.

Es ergiebt sich hieraus, dafs das gekochte Fleisch, wenn es ohne die Fleischbrühe genossen wird, zur Ernährung um so weniger sich eignet, je gröfser die Wassermenge war, in der es gekocht wurde, und je länger das Kochen dauerte.

Bayerische Staatsbibliothek München

Digitized by Google

Durch Ausziehen des gehackten Fleisches mit kaltem Wasser verliert es seinen ganzen Gehalt von Albumin. Der fibrinreiche ausgewaschene Rückstand mit Wasser gekocht, ist völlig geschmacklos; es ist klar, dafs alle schmeckenden und riechenden Bestandtheile des Fleisches in dem Fleische selbst sich in löslichem Zustande befinden und beim Kochen in die Fleischbrühe übergehen. Der Geruch und Geschmack des gebratenen Fleisches rührt von den löslichen Bestandtheilen der Fleischflüssigkeit her, welche durch den Einflufs der höheren Temperatur eine schwache Veränderung erlitten haben. Fleisch, welches durch Auskochen mit Wasser geschmacklos geworden ist, erhält den Geschmack und alle Eigenthümlichkeiten des gebratenen Fleisches, wenn es mit einem bis zum Dunkelbraunwerden abgedampften kalten Wasserauszug von frischem Fleische befeuchtet und damit erwärmt wird. Alle Fleischsorten verhalten sich in dieser Hinsicht auf gleiche Weise; die riechenden und schmeckenden Bestandtheile sind in dem gebratenen Fleische in Lösung oder in löslichem Zustande vorhanden. Die Flüssigkeit, die man durch Auslaugen von verschiedenen Fleischsorten mit kaltem Wasser, und nach dem Erhitzen zum Sieden, nach dem Gerinnen des Albumins erhält, besitzt stets den allgemeinen Geschmack einer Fleischbrühe, aber jede für sich hat aufserdem noch einen besonderen Geschmack, welcher an Geschmack und Geruch des gebratenen Fleisches der verschiedenen Fleischsorten erinnert, so zwar z. B., dafs wenn dem gekochten Fleisch vom Ochsen die concentrirte Fleischflüssigkeit von Rehfleisch oder Hühnerfleisch zugesetzt wird, dafs sich alsdann dieses Fleisch vom Reh- oder gebratenem Hühnerfleisch nicht unterscheiden läfst. Ein kleiner Zusatz von Milchsäure (von sehr wenig frischem Sauerkraut z. B.), oder von Chlorkalium, welches stets einen Bestandtheil aller Fleischbrühen ausmacht, erhöht das pikante des Fleischbrühgeschmacks, so wie auf der anderen Seite eine alkalische

Digitized by Google

Flüssigkeit, oder der Zusatz von Blut den Fleischbrühgeschmack bis zum Faden herabbringt.

Aus den verschiedenen Fleischsorten erhält man durch Auslaugen mit kaltem Wasser alles darin vorhandene Albumin in gelöstem Zustande. Die Menge geronnenen Albumins, welches sich beim Erhitzen dieser Fleischflüssigkeit abscheidet, ist sehr verschieden und scheint in einer gewissen Beziehung zu dem Alter des Thieres zu stehen. Das Fleisch von alten Thieren ist verhältnifsmäfsig arm an Albumin, und im Gegensatz hierzu um so reicher an Fibrin, so wurde z. B. aus dem Fleisch von einem alten Pferde noch nicht der zehnte Theil der Albuminmenge erhalten, welche ein gleiches Gewicht Ochsenfleisch lieferte.

Die Fleischfaser für sich ist überall von einer albuminhaltigen Flüssigkeit umgeben; davon durch Auslaugen befreit, ist sie von allen Thieren von gleicher Beschaffenheit. Beim Kochen mit Wasser wird die ausgelaugte Fleischfaser hart und hornartig, und diefs um so mehr, je länger das Kochen dauerte. Es ist demnach klar, dafs die zarte Beschaffenheit des gekochten oder gebratenen Fleisches von der Menge des zwischen der Fibrinfaser gelagerten und gerinnenden Albumins herrührt; das Zusammengezogen- oder Hartwerden der Fibrinfaser wird dadurch bis zu einem gewissen Grade gehindert. Diese Beschaffenheit hängt übrigens noch ab von der Dauer des Kochens, denn auch das Albumin wird durch das Kochen fester, ohne übrigens jemals eine zähe Beschaffenheit anzunehmen.

Der Einflufs des heifsen Wassers auf die Qualität des Fleisches und der Fleischbrühe bedarf hiernach kaum einer weiteren Auseinandersetzung.

Wird das zur Speise bestimmte Fleisch in den Topf gethan, wenn sich das darin befindliche Wasser im starken Aufwallen befindet und das Sieden einige Minuten unterhalten, alsdann so viel kaltes Wasser hinzugeschüttet, dafs die Temperatur des

Digitized by Google

Wassers dadurch auf 74 oder 70° herabgebracht wird und in dieser Temperatur einige Stunden erhalten, so hat man alle Bedingungen vereinigt, um dem Fleischstück die zum Genusse geeignetste Beschaffenheit zu geben.

Durch das Einbringen in das siedende Wasser coagulirt sogleich von der Oberfläche abwärts das Albumin, welches in diesem Zustand eine Hülle bildet, die dem aufserhalb befindlichen Wasser nicht mehr gestattet, in das Innere des Fleischstückes zu gelangen, aber die Temperatur pflanzt sich allmälig bis zum Innern fort und bewirkt dort die Ueberführung des rohen Fleisches in den Zustand des gekochten oder gebratenen Fleisches. Das Fleisch bleibt saftig und so schmackhaft, als es beim Braten nur werden kann, denn der gröfste Theil der schmeckenden Bestandtheile des Fleischstückes bleibt unter diesen Umständen im Fleisch.

Wenn man sich erinnert, dafs das Albumin des Fleisches schon bei einer Temperatur von 52° C. zu gerinnen anfängt, dafs es bei 56,5° (Berzelius) vollkommen geronnen ist, so sollte man voraussetzen, dafs es nicht nöthig wäre, das Fleisch bei seiner Zubereitung einer höheren Temperatur auszusetzen. Aber bei dieser Temperatur gerinnt der Farbstoff des Blutes noch nicht, das Fleisch ist geniefsbar, aber das bluthaltige Fleisch erhält unter diesen Umständen eine sogenannte blutige Beschaffenheit, die es erst dann verliert, wenn es durch seine ganze Masse hindurch eine Temperatur von 65 bis 70° angenommen hat.

In dem Innern eines sehr grofsen Fleischstückes, welches gekocht oder gebraten worden ist, kann man an der Farbe, die das Fleisch zeigt, mit Sicherheit die Temperatur der verschiedenen Stellen beurtheilen. An den blutigen Stellen war die Temperatur niedriger als 62°. Beim Kochen oder Braten von Vögeln, deren Fleisch weifs ist und wenig Blut enthält, übersteigt die Temperatur des Innern bei einer guten Zubereitung

Digitized by Google

selten 54 — 60°, sie werden, wie man sagt, rascher gar, wie blutreiches Fleisch.

Durch das Umwickeln kleiner Fleischstücke mit Speck, wird das Austreten der schmeckenden Bestandtheile in die Fleischflüssigkeit und das Verdunsten des Wassers, welches ein Festerwerden zur Folge hat, gehindert und die Oberfläche abwärts in der Beschaffenheit erhalten, welche sonst nur das Innere gröfserer Fleischstücke besitzt.

Das Einbringen des Fleischstückes in siedendes Wasser ist das für die Zubereitung des Fleisches das beste, aber für die Qualität der Fleischbrühe ungünstigste Verfahren. Wird im Gegensatz das Fleischstück in kaltes Wasser gethan und dieses ganz allmälig zum Sieden gebracht, so tritt vom ersten Augenblicke an ein Austausch der in dem Fleischstück enthaltenen Fleischflüssigkeit und des aufserhalb befindlichen Wassers ein. Die löslichen und schmeckenden Bestandtheile des Fleisches treten an das Wasser; das letztere gelangt in das Innere des Fleischstückes und laugt dieses mehr oder weniger stark aus. Das Fleisch verliert, die Brühe gewinnt an schmeckenden Bestandtheilen, durch das Austreten von Albumin, welches gewöhnlich abgeschäumt wird, verliert vorzüglich die Oberfläche des Fleischstücks ihre kurze Beschaffenheit, sie wird zähe und hart. Je dünner das Fleischstück ist, desto mehr tritt diese letztere Beschaffenheit ein, und wenn es in diesem Zustande ohne die Brühe genossen wird, verliert es nicht blofs an seiner Ernährungsfähigkeit, sondern auch an seiner Verdaulichkeit, insofern die Fleischflüssigkeit selbst, deren Bestandtheile sich in der Fleischbrühe befanden, an der Magenverdauung keinen Antheil mehr nehmen kann. Die Fleischbrühe enthält nämlich zwei Hauptbestandtheile des Magensaftes.

Man hat sich lange Zeit hindurch gefallen, der beim Kochen des Fleisches sich lösenden Leimsubstanz, welche der concentrirten Fleischbrühe die Eigenschaft des Gelatinirens ertheilt,

Digitized by Google

die Haupteigenschaften oder Eigenthümlichkeiten der Fleischbrühe zuzuschreiben, allein es kann keinen gröfseren Irrthum geben. Die einfachsten Versuche beweisen, dafs die Quantität der gelösten Leimsubstanz in einer gut bereiteten Fleischbrühe so klein ist, dafs sie gar nicht in Rechnung genommen werden darf, um ihre Eigenschaften zu erklären; die Leimsubstanz ist an und für sich ganz geschmacklos, und von ihr kann der Geschmack der Fleischbrühe nicht herrühren.

Um die Menge der unter den günstigsten Verhältnissen sich durch Kochen des Fleisches lösenden Leimsubstanz zu bestimmen, wurde feingehacktes Fleisch mit kaltem Wasser ausgelaugt, ausgepreſst und der Rückstand (Fleischfaser und Membranen) mit der zehnfachen Wassermenge fünf Stunden lang im Sieden erhalten, die Flüssigkeit abgepreſst und im Wasserbade zur Trockene gebracht. Die erhaltenen Brühen waren vom Kalb und Ochsen geschmacklos, oder vielmehr von fadem, den Meisten ekelhaftem Geschmack. Die vom Kalbfleisch gelatinirte, als sie bis auf die Hälfte, die vom Ochsenfleisch, als sie bis auf $^1/_{10}$ abgedampft worden war.

3000 Grm. ausgelaugtes Kalbfleisch (6 Pfund) gaben unter diesen Umständen 47,5 Grm. nach fünfstündigem Sieden an das Wasser ab.

1000 Grm. Ochsenfleisch (2 Pfund) gaben durch gleiche Behandlung — 6 Grm. Leimsubstanz.

Es geht hieraus hervor, dafs die Fleischfaser und Membranen vom Kalb und Ochsen in dem Zustande, wo sie der auflösenden Kraft des Wassers die gröfste Oberfläche darbieten, nach fünfstündigem Kochen, die erstere nur 1,576 pC., die andere etwas mehr wie $^1/_2$ pC. an das Wasser abgeben, von welchem die Leimsubstanz sicher nicht die Hälfte im Gewichte ausmacht, da ein Theil oder Bestandtheil des Fibrins unter diesen Umständen ebenfalls in Lösung übergeht.

Die in kaltem Wasser löslichen Bestandtheile von 1000 Grm.

Digitized by Google

oder 2 Pfund Ochsenfleisch, betragen trocken 60 Grm., worunter 29,5 Grm. Albumin.

Unter den günstigsten Verhältnissen erhält man daher aus 1000 Grm. Ochsenfleisch :

		durch Kochen	
in kaltem Wasser löslich	60	geronnenes Albumin	29,5
		in der Lösung . .	30,5
„ „ „ unlöslich	170	Leimsubstanz . .	6,00
		Faser	164,00
Fett	20		
Wasser	750.		

Es geht hieraus hervor, dafs das siedende Wasser, wenn man es fünf Stunden auf das feingehackte Fleisch wirken läfst, dennoch nicht mehr als den fünften Theil vom Gewicht der in kaltem und heifsem Wasser löslichen Bestandtheile daraus aufnimmt, welcher fünfte Theil noch überdiefs nicht aus reiner Leimsubstanz besteht, sondern noch alle Producte enthält, die durch das lange Sieden aus der Fleischfaser sich auflösen.

Von dem Gehalt an Leimsubstanz kann demnach die Wirksamkeit der Fleischbrühe nicht hergeleitet werden.

Das Hühnerfleisch enthält bei gleichem Gewichte mehr an in kaltem und heifsem Wasser löslichen Bestandtheilen, als das Ochsenfleisch.

Aus 1000 Grm. Hühnerfleisch löst das kalte Wasser 80 Grm. Substanz im trockenen Zustande, von denen 47 Grm. aus Albumin bestehen und 33 Grm. in der siedenden Flüssigkeit gelöst bleiben.

Aus dem beschriebenen Verhalten ergiebt sich von selbst das beste Verfahren, um in der kurzen Zeit von wenigen Minuten die stärkste und aromatischste Fleischbrühe darzustellen und von der Wahrheit der Behauptung Proust's, dafs die Bestandtheile derselben, von denen ihr Geschmack und ihre übrigen Eigenschaften abhängig sind, fertig gebildet in dem Fleische und keineswegs

Digitized by Google

Producte des Kochens sind, kann sich Jedermann durch die einfachsten Versuche überzeugen.

Wenn man 1 Pfund ausgebeintes, mageres, fettfreies Ochsenfleisch in feingehacktem Zustande, so wie man es für die Fleischwürste verwendet, mit seinem gleichen Gewichte kaltem Wasser gleichförmig mischt und langsam zum Sieden erwärmt und die Flüssigkeit nach minutenlangem Aufwallen von dem geronnenen Albumin und dem hart und hornartig gewordenen Fibrin durch Auspressen mittelst einer Serviette trennt, so erhält man ein gleiches Gewicht der aromatischsten Fleischbrühe, von einer Stärke, wie sie selbst durch stundenlanges Kochen von einem Stücke Fleisch nicht erhalten werden kann. Mit etwas Kochsalz und den anderen Zuthaten versetzt, womit man die Fleischbrühe würzt und mit braungebratenen Zwiebeln oder gebranntem Zucker etwas dunkler gefärbt, stellt sie die beste Fleischbrühe dar, die sich überhaupt aus einem Pfunde Fleisch bereiten läfst Der Einflufs, den die (bräunliche) Farbe dieser Brühe oder das Gefärbtseyn in Folge der Vorstellungen, die sich an die Farbe knüpfen, auf den Geschmack ausübt, läfst sich bei dieser Gelegenheit mit Leichtigkeit darthun. Die mit etwas Caramel gefärbte Fleischbrühe hat nach dem Urtheil aller Personen einen weit stärkeren Geschmack, wie dieselbe Fleischbrühe im ungefärbten Zustande, obwohl der Caramel in der Wirklichkeit den Geschmack in keiner Weise erhöht.

Läfst man das Fleisch mit dem Wasser längere Zeit kochen, oder die Fleischbrühe kochend verdampfen, so nimmt sie bei einiger Concentration von selbst eine bräunliche Farbe und einen feinen Bratengeschmack an. Dampft man sie im Wasserbade, oder wo möglich in einer noch niedrigeren Temperatur zur Trockene ein, so erhält man eine dunkelbraune weiche Masse, von welcher eine halbe Unze hinreicht, um ein Pfund Wasser, dem man etwas Kochsalz zusetzt, in eine starke und wohlschmeckende Fleischbrühe zu verwandeln.

Digitized by Google

Dieser Fleischextract läfst sich mit den in England und Frankreich bereiteten sogenannten Suppen- oder Bouillontafeln nicht vergleichen, denn diese letzteren sind nicht aus Fleisch gemacht und bestehen aus mehr oder weniger reinem Leim, der sich von dem Knochenleim nur durch seinen hohen Preis unterscheidet.

Aus 32 Pfund knochen- und fettfreiem, magerem Ochsenfleisch (8 Pfund trockenem Fleisch und 24 Pfund Wasser) erhält man 1 Pfund von diesem Extract, der seines hohen Preises wegen kaum einen Gegenstand des Handels abgeben dürfte, wenn aber die Erfahrungen der Militärärzte mit denen von Parmentier übereinstimmen, wonach „der trockene Fleischextract »im Gefolge eines Truppencorps den schwer verwundeten Sol»daten ein Stärkungsmittel darbietet, welches mit etwas Wein »seine durch einen grofsen Blutverlust erschöpften Kräfte augen»blicklich hebt und ihn in den Stand setzt, den Transport in »das nächste Hospital zu ertragen« *), so scheint es mir eine wahre Gewissenssache zu seyn, den Vorschlag Parmentier's und Proust's der Aufmerksamkeit der Regierungen zu empfehlen.

Jetzt, wo man die Zusammensetzung dieses Extracts etwas genauer kennt, dürfte es jedem geschickten Apotheker leicht seyn, den echten von dem falschen zu unterscheiden. Von dem wahren Fleischextract lösen sich nahe an 80 pC. in Weingeist von 85 pC., während von derselben Flüssigkeit von den gewöhnlichen Suppentafeln selten mehr als 4 — 5 pC. gelöst werden. Der Kreatin- und Kreatiningehalt, welcher letztere in der weingeistigen Lösung sogleich durch Zinkchlorür erkannt wird, so wie die Natur der nach der Einäscherung bleibenden Salze, die vorzugsweise aus löslichen Phosphaten bestehen, geben Anhaltspunkte genug zur Beurtheilung der Güte des ächten Fleischextractes ab.

---

*) Siehe Proust, Annal. de Chim. et de Phys. 3. sér. T. XVIII p. 177.

Digitized by Google

Für die Verproviantirung von Schiffen und Festungen halte ich diesen Fleischextract für nicht minder wichtig, um den Gesundheitszustand der Mannschaft in denjenigen Fällen zu erhalten, wo es an frischem Fleische und Gemüse fehlt und die Mannschaft auf gesalzenes Fleisch angewiesen ist.

Es ist Jedermann bekannt, dafs beim Einsalzen von Fleisch dasselbe mit Kochsalz eingerieben und bestreut wird, und dafs sich an den Stellen, wo sich Fleisch und Salz berühren, eine Salzlacke bildet, welche den dritten Theil, bis die Hälfte der Flüssigkeit beträgt, die einen Bestandtheil des frischen Fleisches ausmachte.

Ich habe gefunden, dafs diese Salzlacke die Hauptbestandtheile einer concentrirten Fleischbrühe enthält, dafs also beim Einsalzen die Zusammensetzung des Fleisches und in einem noch gröfseren Verhältnifs geändert wird, wie diefs durch das Kochen geschieht. Beim Kochen bleibt das in hohem Grade nahrhafte Albumin in geronnenem Zustande in dem Fleischstücke, aber beim Einsalzen trennt sich Albumin vom Fleisch; aus der zum Sieden erhitzten Salzlacke scheidet sich eine Menge Albumin als Gerinnsel ab. Die Salzlacke reagirt sauer, sie giebt mit Ammoniak, bei Zusatz eines Bittererdesalzes, einen reichlichen Niederschlag von phosphorsaurem Bittererdeammoniak, sie enthält Milchsäure, eine reichliche Menge Kali, und dafs sie Kreatin enthält, was ich übrigens von dem grofsen Ueberschufs an Kochsalz nicht zu trennen vermochte, läfst sich ohne Zweifel aus ihrem Kreatiningehalt erschliefsen. Die mit Kalk neutralisirte Salzlacke giebt nämlich nach dem Auskrystallisiren des Kochsalzes eine Mutterlauge, aus der sich nach einiger Zeit, bei Zusatz von Alkohol und dann von Chlorzink, das mehrmals erwähnte Kreatinindoppelsalz absetzt.

Es ist hiernach vollkommen verständlich, dafs dem Fleisch beim Einsalzen, wenn diefs so weit getrieben wird, dafs sich eine Salzlacke bildet, durch das Austreten der Fleischflüssigkeit eine Anzahl von Stoffen entzogen werden, die zu seiner

Digitized by Google

Constitution nothwendig sind und damit im Verhältnifs zu diesem Verlust von seiner Ernährungsfähigkeit verliert; wenn diese Bestandtheile nicht von andern Seiten her ersetzt werden, so ist klar, dafs ein Theil des Fleisches zu einem für die Gesundheit sicher nicht zuträglichen Respirationsstoffe wird. Es ist ferner gewifs, dafs durch gesalzenes Fleisch, wenn seine Quantität nicht vermehrt wird, auf die Dauer hin der Gesundheitszustand eines Individuums nicht erhalten werden kann, insofern durch seine Bestandtheile, die durch den Stoffwechsel ausgetretenen Körpertheile nicht vollkommen ersetzt und die in dem ganzen Körper verbreitete Flüssigkeit (Fleischflüssigkeit) in ihrer normalen Zusammensetzung nicht erhalten wird. Eine Aenderung in der Beschaffenheit des Magensaftes und damit der Producte des Verdauungsprocesses mufs als eine Folge des lange anhaltenden Genusses von gesalzenem Fleisch angesehen werden, und wenn während der Verdauung die Stoffe, welche zur Umwandlung desselben unentbehrlich sind, von anderen Theilen des Körpers genommen werden, so müssen diese ihren normalen Zustand verlieren.

In meinen Versuchen war anfänglich zum Einsalzen des Fleisches ein Kochsalz genommen worden, welches sich in einer späteren Untersuchung als sehr reich an Chlorcalcium und Chlormagnesium erwies; diese Untersuchung wurde dadurch herbeigeführt, dafs in der damit erhaltenen Salzlacke nur Spuren von Phosphorsäure nachweisbar waren. Das äufsere Ansehen des Fleisches erklärte schon diese nicht erwartete Erscheinung, es war nämlich wie mit einem weifsen Schaume bedeckt, der zum gröfsten Theil aus phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Bittererde bestand; die Erdsalze des Kochsalzes hatten sich mit dem phosphorsauren Alkali der Fleischflüssigkeit in phosphorsauren Kalk und Bittererde umgesetzt, von der sich in der sauer reagirenden Salzlacke nur sehr kleine Mengen lösen konnten.

In der Anwendung eines an Kalk- und Bittererde reichen Koch-

Digitized by Google

salzes zum Salzen mag ein Grund liegen, der den Genufs von damit gesalzenem Fleisch minder schädlich macht. Es ist nämlich klar, dafs wenn mit einem solchen Fleische Gemüse genossen werden, welche reich an Kali sind, wie diefs bei allen Statt findet, dafs in diesem Falle die Bedingungen vorhanden sind, um während der Verdauung die fehlenden phosphorsauren Alkalien wieder zu erzeugen. Dafs diese wirklich unter diesen Umständen erzeugbar sind, diefs geben die Analysen der Milch und des Futters der grasfressenden Thiere zu erkennen, welche keine phosphorsauren Alkalien, sondern phosphorsauren Kalk und Bittererde neben Salzen mit alkalischen Basen enthalten.

Vergleicht man Fleisch mit anderen animalischen Speisen, mit Eiern und Käse, so ist die Verschiedenheit in die Augen fallend, und die Schwerverdaulichkeit derselben im Vergleich mit Fleisch, ist ohne Zweifel in der ungleichen Zusammensetzung begründet.

Wenn man in Betracht zieht, dafs die Fleischflüssigkeit aller bis jetzt untersuchten Thiere eine constante Beschaffenheit besitzt, dafs, abgesehen von den Bestandtheilen derselben, die von dem beigemischten Blute stammen, sowie von geringen Mengen riechender oder schmeckender Stoffe, von denen der Nebengeschmack der Fleischbrühe jeder einzelnen Fleischsorte abhängig ist, die Fleischbrühe von Ochsenfleisch sich in keiner Weise von der vom Fuchsfleisch unterscheidet, so scheint mit Recht hieraus gefolgert werden zu können, dafs die Menge und die Natur der löslichen Bestandtheile in dem Muskelsystem zu den Funktionen der Muskeln nothwendig sind, es scheint sich ferner daraus zu ergeben, dafs in der Beurtheilung der Ernährungsfähigkeit einer Speise die Zusammensetzung des Blutes nicht zum Anhaltspunkt gewählt werden darf, weil noch eine Anzahl von Factoren mit in Rechnung genommen werden müssen, die im Blute fehlen, oder nur in geringer Menge darin vorhanden sind.

Vor Kurzem wurden von Dr. Lehmann*) einige Versuche

*) Bericht der Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig S. 100 — 105.

Digitized by Google

über den Magensaft von Hunden, die mit Knochen und fettarmem Pferdefleisch gefüttert worden waren, einer genaueren Untersuchung unterworfen, als diefs bis jetzt geschehen war; er erhielt daraus ein krystallisirtes Bittererdesalz einer stickstofffreien Säure, welches 16,6 pC. Magnesia und 21 pC. Krystallwasser enthielt. Jetzt, wo man weifs, dafs die Milchsäure einen Bestandtheil der Hauptmasse des Körpers ausmacht, läfst sich mit Evidenz schliefsen, dafs das von Lehmann erhaltene Bittererdesalz, welches in dem Gehalt an Basis und Krystallwasser mit der milchsauren Bittererde übereinkommt, wirklich Milchsäure ist und das Problem der Magenverdauung scheint von chemischer Seite aus völlig gelöst zu seyn.

Die Versuche aller Beobachter, die sich mit dem Magensafte beschäftigt haben, stimmen darin überein, dafs derselbe neben einer organischen Säure Phosphorsäure oder ein saures, phosphorsaures Salz enthält und in dieser Beziehung ist die Aehnlichkeit desselben mit den Bestandtheilen der Flüssigkeit der Muskeln in die Augen springend. Der in Alkohol lösliche Bestandtheil des Magensaftes ist in seinen Reactionen von Tiedemann und L. Gmelin bereits als identisch erkannt worden mit dem Alkoholextracte der Fleischbrühe, und es dürfte vielleicht für manche dispeptische Patienten zur Erhöhung der Thätigkeit des Magens und zur Beförderung der Verdauung die vom Fett und Leimstoff freie concentrirte Fleischbrühe, deren Darstellung ich beschrieben habe, als ein gutes Mittel angewendet werden können, und wenn das Blut oder die Muskelsubstanz abgemagerter Kranken die für die Verdauung nöthigen Stoffe nicht in zureichender Menge für eine rasche Wiederherstellung der verlorenen Kräfte (d. h. Körpertheile) liefern können, so erklärt sich der Antheil, den eine gut bereitete Fleischbrühe an der Genesung nimmt, auf eine einfache Weise.

Wenn man sich zuletzt erinnert, dafs die Milchsäure und Phosphorsäure in Temperaturen, wo Salzsäure, Essigsäure und

Digitized by Google

Buttersäure sich verflüchtigen, so gut wie feuerbeständig sind, so erklärt sich, woher es kommt, dafs man in vielen Fällen Salzsäure, in anderen Essigsäure oder Buttersäure durch Destillation des Magensaftes erhielt, denn die essig- und buttersauren Salze, ja das Kochsalz selbst, werden durch Milchsäure sowohl wie durch saure, phosphorsaure Salze unter diesen Umständen zerlegt und das Auftreten der einen oder anderen flüchtigeren Säuren mufs nach der Menge der frei im Magensafte vorhandenen Milchsäure oder Phosphorsäure und der vorhandenen Quantität ihrer Salze wechseln.

Schlufs.

Ich halte es für angemessen, hervorzuheben, dafs ich weit entfernt bin mit dieser Untersuchung, die Natur und Beschaffenheit der in der Fleischflüssigkeit vorkommenden Stoffe für ermittelt zu halten, ich glaube ganz im Gegentheil, dafs sie erst als der Anfang einer vollkommeneren Arbeit angesehen werden darf. Die nähere Ermittelung und folgerechte Untersuchung der darin enthaltenen, noch nicht studirten Stoffe, erfordert aber eine so grofse Zeit, dafs ich die Bekanntmachung der bereits erhaltenen Resultate bis zu ihrer Beendigung nicht aufschieben wollte.

In dem Gebilde, das wir mit Muskel bezeichnen, machen bei völlig entwickelten Thieren Fibrin und Albumin die Hauptbestandtheile aus, es ist überall mit feinen Membranen durchwebt, und es verzweigen sich darin eine Menge feiner Gefäfse, die theils mit gefärbten, theils mit ungefärbten Flüssigkeiten angefüllt sind; kein anderer Theil des Körpers nimmt einen so grofsen Theil des Nervensystems auf. Wie bereits Berzelius hervorhebt, hat man zu unterscheiden Fibrin, Albumin und Zellgewebe, theils fertig gebildet, theils in dem Zustande, wo sie

Digitized by Google

zum Uebergang in die geformte Substanz geeignet sind, man hat zuletzt in den Flüssigkeiten diese Stoffe in verbrauchter, oder in der zur Wegschaffung geeigneten Beschaffenheit. Man hat zugeführte gefärbte und ungefärbte Flüssigkeiten, und endlich die Membranen der hineingehenden Nerven und die Substanz der Nerven selbst zu unterscheiden. Wenn die Analyse die Vollkommenheit erreicht hat, um diese verschiedenen Substanzen auf eine rationelle Weise scheiden zu können, so hat sie ihre Aufgabe erfüllt, sie fängt damit an alles durcheinander zu mengen und man gewinnt ein chemisches Resultat, was einer Menge von Fragen Raum giebt, und diese Fragen sind die Bedingungen des weiteren Fortschrittes.

Das Kreatinin und Kreatin sind Bestandtheile der Muskeln, sie sind aber auch Bestandtheile des Harns, und wenn auf ihrer Anwesenheit in dem lebendigen Körper eine Thätigkeit beruht, so ist klar, dafs nur derjenige Theil dieser beiden Substanzen in den Harn übergehen kann, der zu den vitalen Zwecken nicht verbraucht worden ist. Die Untersuchung des Harns in Krankheiten dürfte hierüber sehr bald Licht verbreiten.

Der in kaltem Wasser und nicht in Alkohol lösliche Bestandtheil der Fleischflüssigkeit besitzt, bis auf die Abwesenheit der Fähigkeit, in concentrirtem Zustande zu gelatiniren, alle Eigenschaften der Leimsubstanz, er wird durch Gerbsäure gefällt, der Niederschlag backt in der Wärme pflasterartig zusammen und läfst sich von gerbsaurem Leim im Ansehen nicht unterscheiden.

Eine zweite Substanz, die ich nicht näher untersucht habe, scheidet sich beim Abdampfen der Fleischflüssigkeit an der Oberfläche ab, in Gestalt einer Haut oder Membran, die sich in kaltem Wasser nicht mehr löst, aber darin aufquillt und schleimartig wird; sie ist nicht Käsestoff, wie vermuthet werden könnte.

Unter den in Alkohol löslichen Stoffen besteht der gröfsere

Digitized by Google

Theil aus einer oder wahrscheinlich aus mehreren Substanzen, die überaus reich an Stickstoff sind, es sind diefs die Körper, welche beim Einäschern, nach Hinwegschaffung der Phosphorsäure, eine so auffallend grofse Masse Cyankalium hinterlassen.

Wenn man den in Aether und Alkohol löslichen Theil der Fleischflüssigkeit mit Schwefelsäure versetzt, um das Alkali abzuscheiden und die abfiltrirte Flüssigkeit einige Tage lang ruhig stehen läfst, so scheiden sich daraus lange, durchsichtige, farblose Nadeln ab, welche stark sauer reagiren und frei von Alkali sind; ich habe diese Substanz erst zu Ende dieser Untersuchung wahrgenommen und zu geringe Mengen davon erhalten, um sie der Analyse unterwerfen zu können.

Sättigt man zuletzt die erhaltene saure Flüssigkeit mit Kalk, bringt das Ganze zur Trockene, wascht den Rückstand mit Alkohol aus und versetzt diese Flüssigkeit mit Aether, so entsteht ein Absatz, und die davon getrennte Flüssigkeit enthält Kreatinin, verbunden mit einer stickstoffreichen organischen Säure, die ich ebenfalls nicht näher untersuchte.

Ich habe mir die gröfste Mühe gegeben, in der Fleischflüssigkeit Harnstoff oder Harnsäure nachzuweisen, und ich glaube, dafs es mir gelungen seyn würde, selbst wenn nur ein Milliontel darin vorhanden gewesen wäre. Nach meinen Versuchen macht Harnstoff keinen Bestandtheil der Fleischflüssigkeit aus. In einem einzigen Fall, wo ich die alkoholische Lösung des Fleischextractes mit Chlorbarium versetzt hatte, schieden sich nach wochenlangem Stehen an der Luft krystallinische Flocken ab, welche sich in siedendem Wasser und verdünnter Salzsäure nicht lösten, die aber von Salpetersäure, unter Entwickelung rother Dämpfe, ganz wie Harnsäure gelöst wurden, und diese Flüssigkeit gab mit Ammoniak die nämliche purpurrothe Färbung, welche die Harnsäure unter gleichen Umständen geliefert haben würde. Diesen Körper habe ich nicht wieder erhalten können.

Digitized by Google

REGISTER.

A.

Absorptionsvermögen des Bluts für Kohlensäure Seite 89, des phosphorsauren Natron's 93.
Albumin, Constitution desselben nach Mulder 19, Vorkommen in den Flüssigkeiten des Fleisches 30, Zersetzungsprodukte 13, Temperatur, bei der es coagulirt 100.
Alkali, organisches in dem Fleisch 68.
Alkalien, Hauptbestandtheile der Asche des Fleisches 75.
Alligator, Vorkommen des Kreatins in dem Fleisch desselben 28.
Analysen, von Kreatin aus Fleisch 38, von Kreatinin aus Fleisch 69, von Kreatin und Kreatinin aus Harn 50, von Inosinsäure 63, von milchsauren Salzen 73, von Sarkosin 56, von Kreatininsalzen 53, von Sarkosinsalzen 57.
Asche der Fleischflüssigkeit 78.

B.

Baryt, Wirkung desselben auf Kreatin 54.
Berzelius, Ansichten desselben über die Natur der Säure in dem Fleisch 23, und die Natur des Kreatins 128.
Blausäure, Verhalten derselben zu Salzsäure 16.
Blut, Absorptionsvermögen desselben für Kohlensäure 89, phosphorsaures Natron nothwendig für dasselbe 89.
Bopp, Versuche desselben über Caseïn und Albumin 21.
Braconnot, über Milchsäure in dem Safte der Runkelrüben und Reiswasser 25.
Buff, Construction der voltaischen Säule mit Blut, Fleisch und Gehirn 83.
Buttersäure, Bildung durch Oxydation der Blutbestandtheile 21, durch Gährung des Zuckers in Berührung mit Thiersubstanzen 6, Vorkommen im Magensaft erklärt 110.

C.

Caffeïn, Beziehung desselben zum Kreatinin 47.
Caramel, Benutzung zur Färbung der Fleischbrühe 104.
Caseïn, Oxydationsprodukte 21.
Chevreul, Wichtigkeit der Untersuchungen desselben 1, über Kreatin 26.
Chlorkalium, Vorkommen in der Fleischflüssigkeit 84.
Chlornatrium, Einwirkung desselben auf phosphorsaures Kali 88, nöthig zur Nahrung der Thiere 87.
Cyansaure Salze, enthalten in der Asche der Fleischflüssigkeit 84.

Digitized by Google

E.

Elektrischer Strom, erzeugt durch Fleisch, Gehirn und Blut 83, Gegenwart desselben im Thierkörper 83.
Engelhard und Maddrell, Untersuchungen über Milchsäure 74, 75.
Erdmann, über Einäscherung von Pflanzen 92.
Erythroprotid 13.
Extract aus Fleisch 105.

F.

Fellenberg über Albumin 17
Fermente, verschiedene Wirkung auf Zucker 6.
Fibrin 17.
Fische, enthalten Kreatin 36 — und Milchsäure 72.
Fleischextrakt, empfohlen für Verwundete etc. 106.
Fleischflüssigkeit, saure Reaktion 22 — Gleichgewicht der freien Säuren 79, — Kreatin daraus 35, — Kreatinin daraus 68, — enthält Milchsäure 71, — Inosinsäure 61, — Albumin 30, — einige nicht untersuchte Substanzen 111.
Fuchs, Kreatingehalt des Fleisches, grösser im wilden magern, als im zahmen fetten 36.

G.

Gallerte, nicht der nährende Bestandtheil der Fleischbrühe 102.
Gay-Lussac und Thenard, Untersuchungen über Fibrin, Albumin etc. 17.
Gehirn, zwei Säuren darin 37.
Gerbsäure, zur Darstellung von Milchsäure angewandt 72.
Glycocoll, seine Beziehung zu Kreatin 40.
Gmelin, Untersuchungen desselben in der Thierchemie 1.
— — *und Tiedemann* über Magensaft 109.

H.

Hammelfleisch enthält Kreatin 36.
Harnsäure, Oxydationsprodukte derselben 11.
Hase, Fleisch desselben enthält Kreatin 36.
Hecht, enthält Kreatin 36, — und Milchsäure 73.
Herz, enthält Kreatin 37.
Henneberg, über Asche des Hühnerbluts 84.
Hühner, enthalten am meisten Kreatin 36.

I.

Inosinsäure, 61 — Salze derselben 64.

K.

Kali, herrscht in Fleischflüssigkeit vor 85, — und in Milch 86.
Kalk, milchsaurer 73.
Kochen des Fleisches 99.

Digitized by Google

Kohlensäure, Absorption durch Blut 89, — durch phosphorsaures Natron 90.
Kreatin, entdeckt von Chevreul 26, — aufgefunden von Schlossberger und Wöhler 28, — Vorkommen im Harn 50, — Darstellung 30, — Gehalt des Fleisches daran 36, — Wirkung der Säuren auf dasselbe 41, — Wirkung der Basen 54.
Kreatinin, starke Basis 19, — Salze desselben 52. — Vorkommen desselben im frischen Harn 50, — im faulen Harn 51.

L.

Lactamid, mit Sarkosin isomer 60.
Lehmann über Magensaft 108.
Leucin, Zersetzungsprodukt des Albumins 13.

M.

Maddrell und Engelhard, über Milchsäure 74, 75.
Magensaft enthält Milchsäure 108.
Magnesia, Vorkommen als phosphors. Salz in d. Fleischflüssigkeit 98.
Marchand, über Blut 92.
Marder, enthält Kreatin 36.
Michaelis über Albumin 17.
Milch enthält viel Kali, wenig Natron 86.
Milchsäure, Darstellung aus Fleischflüssigkeit 70, — Vorkommen im Magensaft 108.
Mitscherlich über Milchsäure 25.
Mulder, Protëintheorie desselben 18, — Zersetzungsprodukte des Albumins 13, — Tafel der Protëinverbindungen 19.
Muskel, siehe Fleischflüssigkeit oder Fibrin.

N.

Natron, phosphorsaures im Blut 85, — kohlensaures in Blut 92.

O.

Ochsenfleisch, Gehalt an Kreatin 36.
Oxydationsprodukte von Albumin etc. 21.
Oxydation der Milchsäure bei der Respiration 82.

P.

Parmentier über Fleischextrakt 105.
Pettënkofer, der von ihm dargestellte Körper enthält Kreatin und Kreatinin 48.
Pflanzen, Unterschied der am Meere wachsenden von denen in dem Binnenlande 87.
Phosphorsaure Salze in Fleischflüssigkeit 81, — Natron kann nicht durch Kali ersetzt werden 89, — Natron, Absorptionsfähigkeit für Kohlensäure 93.
Phosphorsäure, Modifikationen derselben in der Asche des Fleisches 77.

Digitized by Google

Phosphor, sein Vorkommen in Albumin nicht bewiesen 18.
Platinchlorid, Doppelsalze mit Kreatinin 53, — und Sarkosin 57.
Protein, Mulder's Theorie 18.
Protid 13.
Proust über Fleischextrakt 105.

R.

Reaktion, saure des Fleisches 22.
Rehfleisch enthält Kreatin 36.
Rösten des Fleisches 100.
Rüling, Schwefelgehalt der Blutbestandtheile 21.

S.

Salicin, Auffindung der Formel desselben 10.
Salzlacke enthält alle Bestandtheile der Fleischflüssigkeit 106.
Sarkosin, Darstellung desselben 54, — Salze desselben 53.
Saussure, Untersuchungen desselben in der organischen Chemie 1.
Scherer, Ueber Absorption der Kohlensäure durch Blut 89.
Schlossberger, Darstellung des Kreatins aus Alligatorfleisch 28.
Schwefel, grösserer Gehalt daran in den Blutbestandtheilen 21, — Art der Verbindung desselben nach Mulder 19, — existirt in zwei verschiedenen Verbindungen in Albumin, Fibrin etc. 20.
Schwefelsäure kommt nicht in der Fleischflüssigkeit vor 76.
Schweinefleisch enthält Kreatin 36.
Suppe, beste Bereitung derselben 101, — aus Fleischextrakt 104.

T.

Theïn, siehe Caffeïn.
Thenard, über Albumin 17.
Tiedemann und Gmelin über Magensaft 109.
Tyrosin 13.

U.

Urethan, isomer mit Sarkosin 60.
Urin enthält Kreatin und Kreatinin, keine Milchsäure 81.

V.

Verdeil über Protein 21.
Vogel über Albumin etc. 17.

W.

Walther über Protein 21.
Wasser, Wirkung des heissen auf Fleisch 99, — des kalten 98.
Wöhler über Kreatin 28.

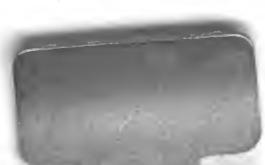
Z.

Zink, Chlorzink, verbindet sich mit Kreatinin 45, — -oxyd, milchsaures aus Fleisch 74.
Zucker, die Einwirkung der Thiersubstanzen auf denselben hängt von ihrem Zustande ab 6.

Bayerische Staatsbibliothek München
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google